

## Area Prevenzione Ambientale Metropolitana Servizio Territoriale – Distretto Urbano

Rapporto tecnico sulla verifica di conformità delle  
caratteristiche del sistema di monitoraggio del rumore  
aeroportuale.

Aeroporto G.Marconi di Bologna  
Anno 2018 – secondo semestre

REDAZIONE ED ELABORAZIONE DATI:

Maurizio Gherardi\*  
Cesare Govoni

ESECUZIONE RILIEVI:

Maurizio Gherardi\*  
Francesco Milazzo\*  
Cesare Govoni

VERIFICATA DA:

Il responsabile del Distretto Urbano  
Paola Silingardi

\* Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della Legge 447/1995

## Indice

1. Premessa	2
2. Norme e limiti di riferimento	2
3. Il sistema SARA nel 2018	4
4. Le stazioni di monitoraggio	6
4.1 Compatibilità delle caratteristiche delle stazioni di monitoraggio	13
4.2 Certificazione SIT e calibrazioni	18
5. Identificazione delle 3 settimane a maggiore traffico per l'anno 2018	20
5.1 Continuità delle rilevazioni	24
5.2 Numero di operazioni aeree con eventi correlati rispetto al totale di movimenti	25
5.3 Valutazioni del rapporto di correlazione delle operazioni aeree	26
5.4 Falsi positivi e differenza tra livelli correlati e non correlati	27
6. Dati meteo	28
7. Calcolo LVA-SEL sopra soglia e SEL da Lmax-10dB(A)	30
8. Verifica a mezzo di misure simultanee	36
8.1 Monitoraggio simultaneo presso P6 con osservazione in campo	49
9. Violazione delle procedure antirumore	52
10. Conclusioni	52
11. Condizioni di potenziali criticità e suggerimenti migliorativi	53

## 1. Premessa

L'aeroporto G.Marconi di Bologna è dotato di un sola pista con lunghezza di circa 2800 m. a due direzioni: la direzione 12 con orientamento Ovest-Nord-Ovest Est-Sud-Est e la direzione 30 Est-Sud-Est Ovest-Nord-Ovest, pertanto i decolli in pista 12 avvengono sull'abitato di Bologna mentre i decolli in pista 30 avvengono verso Modena. Per le operazioni di atterraggio sono presenti due sistemi ILS: di categoria IIIB in pista 30, ovvero per gli atterraggi che sorvolano il centro abitato di Bologna e di categoria 1 in pista 12. Nel 2018 sono transitati ca. 8,5 mln di passeggeri con 71503 movimenti aerei (fonte assaeroporti) con un leggerissimo calo rispetto il 2017.

L'attività descritta nel presente rapporto tecnico riguarda la verifica di conformità del sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale dell'aeroporto G.Marconi con riferimento al secondo semestre del 2018. Tali verifiche sono state svolte a mezzo di misure in parallelo con strumentazione propria, e sono state indagate le 4 centraline di tipologia M, ovvero quelle più idonee a monitorare ed a riconoscere il rumore di origine aeroportuale al fine del calcolo del parametro LVA, queste sono la P1 del Bargellino, la P4 di Lippo di Calderara, la P5 in via Zanardi e la P6 di via Agucchi. Le altre 3 centraline sono classificabili come tipo A che permettono di misurare il rumore ambientale e pertanto sono meno utili alla determinazione degli indici e dei parametri aeroportuali: queste sono la P7, P8 e P9, tutte fuori dall'intorno aeroportuale.

## 2. Norme e limiti di riferimento

Il principale riferimento normativo è costituito dal DM del 31/10/1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale" che, oltre ai criteri e modalità di misura del rumore emesso dagli aeromobili nelle attività aeroportuali, disciplina le procedure per l'adozione di misure di riduzione del rumore aeroportuale, per la classificazione degli aeroporti e del loro intorno, in relazione al livello di inquinamento acustico e per la determinazione delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio.

Per quanto concerne i criteri e le modalità di misura del rumore aeroportuale il DM 31/10/1997 introduce l'indice di valutazione LVA che esprime l'impronta al suolo delle emissioni sonore prodotte dal sorvolo degli aeromobili ed è quindi indipendente dal contesto della zona interessata e dalla rumorosità caratteristica della stessa.

Il decreto citato individua il periodo diurno nell'intervallo compreso fra le 6 e le 23 e il periodo notturno nell'intervallo di tempo compreso fra le 23 e le 6; l'indice LVA è calcolato su base settimanale, come più avanti illustrato.

Relativamente alla caratterizzazione acustica del territorio sono istituite delle aree di rispetto denominate Zona A, Zona B e Zona C.

Per quanto concerne la Zona A, caratterizzata dai valori di LVA pari o inferiori a 65 dBA non sono previste limitazioni all'uso del territorio. All'interno della Zona B (indice LVA compreso fra 65 dBA e 75 dBA) possono insediarsi attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali e assimilate, attività commerciali, attività di ufficio, terziario e assimilate previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico. All'interno della Zona C (indice LVA superiori a 75 dBA) possono svolgersi esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso ed i servizi delle infrastrutture aeroportuali.

Il citato decreto stabilisce inoltre le caratteristiche della strumentazione e delle modalità di misura per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (sistema di monitoraggio assistito e non assistito).

Il DM del 20/5/1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli

di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico” definisce nel dettaglio le specifiche di un sistema di monitoraggio per il rilievo del rumore di origine aeroportuale, con particolare riferimento alla composizione del sistema stesso, al numero e alle caratteristiche delle stazioni di misura, all'ubicazione di tali stazioni e alle informazioni necessarie al fine di caratterizzare acusticamente ogni singolo evento.

Tale decreto stabilisce inoltre la procedura da seguire in fase di classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico.

Ulteriori disposizioni e attribuzioni di competenze sono riportate nel DPR dell'11/12/1997, “Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili”, decreto che prevede limitazioni al traffico aereo notturno (dalle 23 alle 6), nonché una verifica almeno biennale delle emissioni sonore degli aeromobili in esercizio, a cura dell'ente nazionale per l'aviazione civile.

Il DPR del 11/12/1997 stabilisce anche che la violazione delle procedure antirumore, rilevata dall'esame dei dati del sistema di monitoraggio di cui al DM 31/10/1997, sia contestata all'esercente dell'aeromobile dal direttore della circoscrizione aeroportuale che provvede alla riscossione delle sanzioni amministrative previste.

L'ente o la società aeroportuale provvede alla gestione e alla manutenzione del sistema di monitoraggio, mentre ARPAE esegue ispezioni periodiche per verificarne l'efficienza ed il rispetto al disposto del decreto;

Infine il DM del 3/12/1999 "Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti" definisce i criteri in base ai quali le commissioni locali previste dal DM 31/10/1997 provvedono alla definizione delle procedure antirumore e alla definizione della classificazione acustica dell'intorno aeroportuale stabilendo i confini delle tre aree di rispetto: Zona A, Zona B, Zona C.

Per determinare il rumore prodotto dal sorvolo degli aeromobili il DM 31/10/1997 ha introdotto l'indice di valutazione del rumore aeroportuale LVA la cui procedura di calcolo viene descritta in Allegato A del DM stesso. L'indice LVA è costruito acquisendo il contenuto energetico dei singoli sorvoli: la normativa prescrive il rilievo in continuo del livello di pressione sonora ponderata con la curva "A" acquisita con costante di tempo *Fast* relativa ai movimenti aerei. Viene richiesto di restituire il valore  $L_{AFmax}$  collegato all'evento ovvero *"il livello massimo della pressione sonora in curva di ponderazione "A", con la costante di tempo Fast"*. L'acquisizione di  $L_{AFmax}$  è finalizzata al calcolo del SEL (Sound Exposure Level) che deve essere svolto per tutti gli eventi acquisiti e compresi tra il valore di  $L_{AFmax}$  e il valore di  $L_{AF}$  superiori a  $L_{AFmax} - 10dB$ .

I livelli sonori riferiti a tali eventi vengono distribuiti sugli interi periodi di riferimento diurno (LVAd) e notturno (LVAn) al fine di ottenere un valore giornaliero del livello di valutazione del rumore aeroportuale (LVAj), ed infine costruire l'indice sulla base di 21 LVAj ricavati dalla settimana di maggior traffico aereo, per ciascuno dei tre periodi 1 ottobre - 31 gennaio, 1 febbraio - 31 maggio; 1 giugno - 30 settembre.

### 3. Il sistema SARA nel 2018

Il sistema, denominato SARA (Sistema Acquisizione e Analisi Rumore Aeroportuale), monitora le operazioni di decollo ed atterraggio e registra in continuo i dati degli eventi sonori per l'effettuazione del calcolo dell'indice di valutazione del rumore aeroportuale LVA, secondo quanto disposto dal DM 30/10/1997 e dal DM 20/5/1999.

La configurazione nel 2018 è di 7 stazioni di monitoraggio, collocate come illustrato nella seguente

mappa (fig. 1). E' presente anche una centralina ubicata dentro il sedime aeroportuale i cui dati, ad oggi, non vengono elaborati; la centralina P9 ubicata in via dell'Arcoveggio era disattivata per l'eccessiva vicinanza ad un edificio che si è ampliato ma è stata riattivata in data 11 dicembre. L'elenco delle stazioni di monitoraggio sono riportate nella seguente tabella;

Tabella 1: Elenco postazioni SARA

Postazione SARA	Zona	Distanza VOR	Coordinate decimali
P1 Bargellino	Bargellino - Calderara di Reno	2,7 Km	44.547258, 11.259708
P3 Aeroporto	Aeroporto – Bologna	0,8 Km	44.529614, 11.293467
P4 Lippo	Lippo di Calderara	0,8 Km	44.534633, 11.299642
P5 Zanardi – Noce	Via Zanardi - Bologna	2,1 Km	44.533081, 11.316806
P6 Campo calcio	Via Agucchi - Bologna	2,5 Km	44.524575, 11.316539
P7 Beverara	Via Beverara - Bologna	3,7 Km	44.522522, 11.333292
P8 Corticella	Via Roncaglio - Bologna	4,9 Km	44.537992, 11.352753
P9 Ippodromo	Via dell'Arcoveggio - Bologna	4,6 Km	44.518917, 11.342847



Figura 1: Ortofoto con la posizione delle 8 postazioni fonometriche del sistema SARA

Le stazioni di monitoraggio sono costituite da un terminale di rilevamento (microfono per esterni di classe 1) collegato ad un box in cui trovano alloggio fonometro/analizzatore di frequenza in tempo reale di classe 1 e computer che acquisisce e memorizza i dati rilevati fino al trasferimento giornaliero

su apposito server, mediante collegamento con rete dati.

Le stazioni di monitoraggio sono alimentate mediante l'allacciamento alla rete elettrica ad eccezione della Postazione 7, ubicata in prossimità di via della Beverara, presso il Museo del patrimonio industriale, che è alimentata mediante pannelli fotovoltaici. Anche la stazione di monitoraggio P9, recentemente riattivata è sprovvista di alimentazione elettrica fornita dalla rete ed è pertanto alimentata con pannelli fotovoltaici con batteria di accumulo.

Il controllo della taratura del sistema microfonicò viene effettuato da operatore ad intervalli programmati oppure qualora si verificano scostamenti considerevoli nell'autocalibrazione.

Le stazioni sono programmate per rilevare in continuo i livelli di pressione sonora ponderata A con costante di tempo *Fast* e lo *short leq* con tempi di integrazione pari a un secondo.

I dati rilevati dalle singole stazioni, corrispondenti agli eventi estratti sulla base di soglie di livello sonoro che si verificano per una minima durata, sono trasmessi, gestiti ed elaborati presso un centro di controllo dove avviene la correlazione automatica al traffico aereo sulla base delle tracce radar fornite dall'ente nazionale di assistenza al volo. In proposito si precisa che il sistema di acquisizione SARA calcola il SEL considerando tutti i campioni acquisiti sopra il livello di soglia impostato e non solo i livelli superiori a  $L_{AFmax} - 10 \text{ dB(A)}$ . Dal 2018 il sistema è stato implementato anche del segnale acquisito da un ricevitore dei transponder degli aerei al fine di recuperare eventuale tracce radar mancanti. Secondo le attuali impostazioni, un evento sonoro che non raggiunge le soglie impostate non viene registrato anche se potenzialmente di origine aeronautica e presente sul listato radar.

Le stazioni di monitoraggio, per ogni singolo evento riconosciuto, restituiscono data, ora e durata dell'evento, correlazione con traccia radar (o eventuale correlazione manuale) unitamente a SEL,  $L_{Aeq}$  e  $L_{AFmax}$  dello stesso. L'insieme degli eventi riconosciuti e considerati correlati costituisce la base per il calcolo dell'LVA.

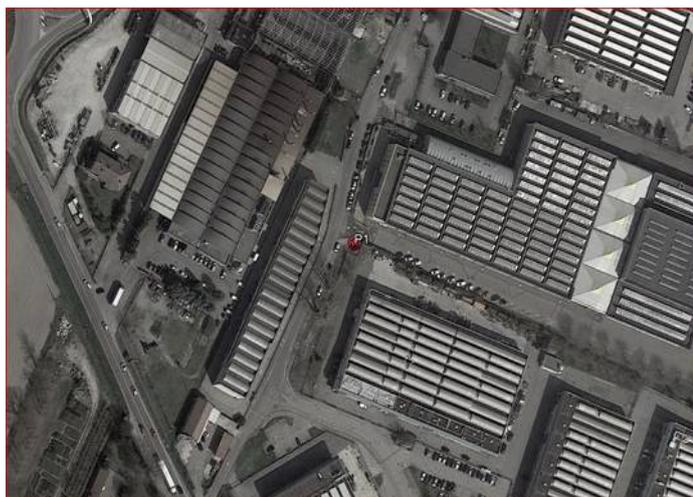
#### 4. Le stazioni di monitoraggio

##### P1 Bargellino – Calderara di Reno

La stazione, di Tipo M, è ubicata in zona aeroportuale B, presso un area artigianale/industriale in prossimità dell'entrata di un'azienda. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 7 metri, la distanza dall'edificio più vicino, alto circa 6 metri, è di circa 17 metri. Le sorgenti sonore terze che influenzano il clima acustico dell'area sono la strada di via del Bargellino, che tuttavia è a traffico molto scarso, la rumorosità diffusa proveniente dalla vicina persicetana è posta a circa 135 metri.



*Figura 2: Postazione P1*



*Figura 3: Ortofoto P1*

La stazione risente occasionalmente della movimentazione di mezzi pesanti che accedono alle ditte vicine e non si esclude il funzionamento di impianti tecnologici che sostengono il livello del rumore di fondo intorno a 50 dB(A).

Il fonometro ha un'impostazione delle soglie di 65 dB(A) per almeno 5 secondi.

La pavimentazione che accoglie la centralina è mista ed è presente sia l'asfalto sia una porzione di terreno con prato e vegetazione spontanea.

Tale postazione, sensibile ai decolli in pista 30 ed agli atterraggi in pista 12, è idonea a valutare l'LVA in quanto posta sotto la direttrice di avvicinamento/allontanamento dalla pista dell'aeroporto (D30 e A12).

##### P3 Aeroporto

La stazione P3 è posta nel sedime aeroportuale, all'interno del quale non vi sono limiti di rumore, in zona C, sul coperto di edificio pertinenziale, tuttavia ad oggi fornisce dati che non vengono successivamente elaborati.

### P4 Lippo di Calderara

La stazione P4, di tipo M, è ubicata in un'area verde comunale in via Surrogazione nella frazione di Lippo di Calderara in zona aeroportuale A, il microfono è posto ad un'altezza di circa 7 metri, la distanza dall'edificio più vicino, alto circa 4 metri, è di 25 metri. Non vi sono altre sorgenti che influenzano il clima acustico dell'area e il rumore di fondo si stabilizza intorno ai 43 dB(A)

La pista dell'aeroporto è distante 320 metri dalla postazione di misura ed è separata da essa da un terrapieno dell'altezza di circa 5 metri con funzione di barriera acustica a protezione delle emissioni provenienti dalle operazioni a terra.

Il fonometro ha un'impostazione delle soglie di 65 dB(A) per almeno 9 secondi.

Pa postazione, idonea per il calcolo dell'LVA, è sensibile ai decolli, sia in pista 30, sia in pista 12.

Essendo installata all'interno di un giardino pubblico il terreno è a prato, pertanto con un buon coefficiente di assorbimento.



*Figura 5: Postazione P4*



*Figura 4: Ortofoto P4*

P5 Via Zanardi

La stazione P5, di tipo M, è ubicata all'interno di un parcheggio ad accesso libero in zona residenziale caratterizzata da bassi edifici, in via Zanardi, l'area è all'interno della zona A della zonizzazione aeroportuale: Il microfono è posto sul coperto di un chiosco in muratura, ad un'altezza totale di circa 7 metri dal suolo ma a non più di 3 metri dal tetto, caratterizzato da elevato potere riflettente. La distanza dall'edificio più vicino, alto circa 6 metri, è di 21 metri. La posizione risente del rumore proveniente da via Zanardi e di quello proveniente dalla complanare che dista poco più di 300 metri. Nonostante ciò il rumore di fondo è inferiore a 45 dB(A).

Il fonometro ha un'impostazione delle soglie di 65 dB(A) per almeno 9 secondi.

La postazione, idonea per il calcolo dell'indice LVA, è sensibile ai decolli in pista 12.



Figura 6: Postazione P5



Figura 7: Ortofoto P5

P6 Via Agucchi, presso centro sportivo

La stazione, di tipo M, è ubicata in zona aeroportuale A, all'interno di un centro sportivo, in particolare il microfono è posto sulla sommità di una torre faro, sulla quale sono installati gli impianti di illuminazione del campo da calcio principale del centro sportivo. L'altezza alla quale è situato il microfono, pari a circa 25 metri, permette di ignorare che l'edificio di due piani più prossimo è a solo 5 metri. Le sorgenti sonore terze che influenzano il clima acustico dell'area sono la vicina via Agucchi, con traffico moderato ma anche di mezzi pesanti; nel periodo estivo sulle chiome degli alberi vi è un gran numero di cicale che innalzano in modo significativo il rumore di fondo, passando da un indice statistico L90 di circa 48 dB(A) nel periodo diurno dei mesi autunnali, a 63 dB(A) nei mesi estivi, pur limitatamente ai periodi in cui ricorrono le condizioni climatiche che inducono le cicale a frinire. La stazione, essendo prossima ad un campo da calcio è soggetta anche al rumore antropico dei giocatori e/o spettatori e soprattutto delle operazioni di taglio erba.

Tale postazione è idonea a valutare l'LVA in quanto posta sotto la direttrice di avvicinamento alla pista 30 dell'aeroporto, occorre tuttavia precisare che tale condizione valida per l'atterraggio, da quando è entrata in vigore la procedura antirumore dopo il 2013 non è sempre verificata per il decollo; infatti dopo la variazione della procedura di salita iniziale da pista 12 (ICP D12) che oltre a prevedere un rateo di salita iniziale maggiore (dal 5 all'8%) prevede un disallineamento di 15° verso nord, rispetto all'asse della pista, subito dopo il decollo, molti aerei virano prima della postazione fonometrica.

Il fonometro ha un impostazione delle soglie di 65 dB(A) per almeno 9 secondi.

La postazione è sensibile ai decolli in pista 12 ed agli atterraggi in pista 30.



Figura 8: Postazione P6

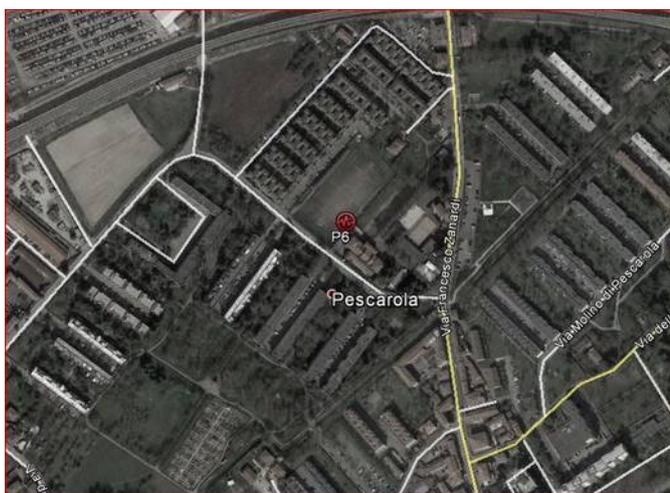


Figura 9: Ortofoto P6

P7 Via della Beverara

La stazione è ubicata fuori dalla zonizzazione aeroportuale, all'interno di un ampio giardino di 7-8000 mq. Con il microfono posto a ca. 7 metri di altezza. Circondato su due lati da condomini di 6 piani fuori terra posti ad una distanza di circa 40 metri. Il clima acustico registrato dalla stazione non risente direttamente di altre sorgenti, quanto piuttosto della rumorosità diffusa urbana e dalla linea di cintura ferroviaria piuttosto lontana (500 metri); E' una delle due stazioni alimentata da pannelli fotovoltaici con batteria di accumulo, la quale tuttavia non garantisce il funzionamento in continuo.

Il fonometro ha un impostazione delle soglie di 65 dB(A) per almeno 5 secondi.



Figura 10: Postazione P7



Figura 11: Ortofoto P7

P8 Via Roncaglio

La stazione è ubicata fuori dalla zonizzazione aeroportuale, all'interno del parco dei giardini nella parte a sud ovest, con accesso da via Roncaglio. Il microfono posto a ca. 7 metri di altezza dista una quarantina di metri da un condominio di 4 piani fuori terra. Il clima acustico registrato dalla stazione non risente direttamente di altre sorgenti e fa registrare un rumore di fondo che va da 40 a 46 dB(A). E' la centralina più distante dalla pista dell'aeroporto e quella che registra meno eventi in quanto non rileva gli eventi degli aeromobili in atterraggio su pista 30 ed una grande percentuale degli aerei in decollo transita ad ovest della stessa.

Il fonometro ha un impostazione delle soglie di 65 dB(A) per almeno 9 secondi.



Figura 12: Postazione P8

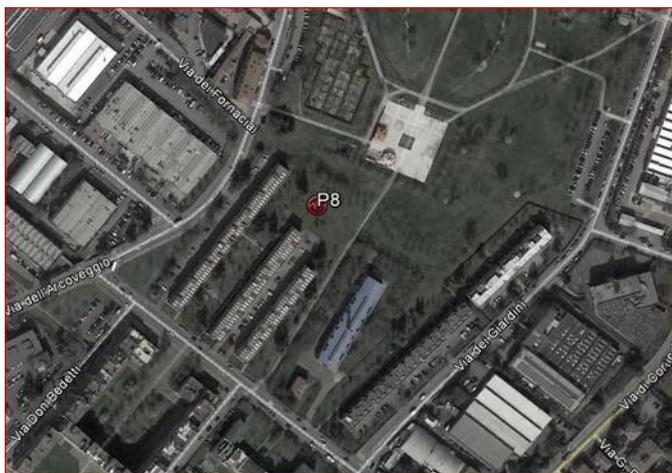


Figura 13: Ortofoto P8

P9 Via dell'Arcoveggio

La stazione è ubicata fuori dalla zonizzazione aeroportuale, all'interno di una piccola area verde a ridosso di un edificio (ca. 5m). A seguito dell'ampliamento dell'edificio fu disattivata in quanto troppo vicino allo stesso, la cui sommità è circa pari alla quota del microfono. Riattivata nel dicembre 2018 più che altro ai fini della taratura del modello INM in uso al gestore aeroportuale. Il clima acustico è fortemente influenzato da Via dell'Arcoveggio, strada ad intenso traffico che mantiene elevato il rumore di fondo (superiore a 60 dB(A))

La centraline è alimentata da pannelli fotovoltaici e pertanto non è collegata alla rete elettrica. Il fonometro ha un impostazione delle soglie di 70 dB(A) per almeno 9 secondi.



Figura 14: Postazione P9



Figura 15: Ortofoto P9

#### 4.1 Compatibilità delle caratteristiche delle stazioni di monitoraggio

Di seguito, alle tabelle dalla 2 alla 9 sono riportate le principali caratteristiche che contraddistinguono le stazioni di monitoraggio in relazione alla normativa vigente nonché la rispondenza alla linea guida ISPRA per la gestione delle reti di monitoraggio. Sono infine riportate le soglie impostate sulle cabine di rilevazione sia per quanto concerne il livello sonoro, sia per la durata minima dell'evento sonoro sopra la soglia (tab.9).

Tabella 2: Caratteristiche postazione P1

<b>Stazione P1 – Stazione di tipo M</b>		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	NO
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 17 m. edificio di 2 piani fuori terra
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	Mediana 69 dB(A) NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Mediana 79 dB(A) SI
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	Interruzione acquisizione
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente
	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.35 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
	Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite

Tabella 3: Caratteristiche postazione P4

<b>Stazione P4 – Stazione di tipo M</b>		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	NO
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 25 m. edificio ad 1 piano
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non	Mediana 75 dB(A)

	correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Mediana 82 dB(A) SI
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	Interruzione acquisizione
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente
	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.20 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite	

Tabella 4: Caratteristiche postazione P5

<b>Stazione P5 – Stazione di tipo M</b>		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	NO
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 21 m. edificio di 2 piani fuori terra
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	SI
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	Mediana 71 dB(A) NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Mediana 73 dB(A) SI
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	Interruzione acquisizione
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente

	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.20 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
	Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite

Tabella 5: Caratteristiche postazione P6

<b>Stazione P6 – Stazione di tipo M</b>		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	NO
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 5 m. edificio di 2 piani fuori terra
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	Mediana 72 dB(A) NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Mediana 76,5 dB(A) SI
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	Interruzione acquisizione
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente
	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.25 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
	Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite

Tabella 6: Caratteristiche postazione P7

<b>Stazione P7</b>		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	NO
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 40 m. edificio di 6 piani fuori terra
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	NO

	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	Mediana 72 dB(A) NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Mediana 73 dB(A) SI
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	-
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente
	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.20 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite	

Tabella 7: Caratteristiche postazione P8

Stazione P8		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	NO
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 40 m. edificio di 4 piani fuori terra
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	Mediana 72 dB(A) NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Mediana 77 dB(A) SI
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	Interruzione acquisizione
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente

	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.25 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
	Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite

Tabella 8: Caratteristiche postazione P9

<b>Stazione P9</b>		
UBICAZIONE	Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei ci sono ostacoli	SI
	Distanza e altezza dell'edificio piu vicino	A 5 m. edificio di ca. 7 m.
	Superficie sulla quale è posizionato il microfono è riflettente	NO
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree <54 dB(A)	Attiva da dicembre 2018
	Statistica del $L_{AF,MAX}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree >64dB(A)	Attiva da dicembre 2018
CARATTERISTICHE	del Microfono	50 mV/PA
	Classe del fonometro (CEI UNI 61672)	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica	-
	Funzionamento in modo automatico per:	Rilevamento eventi e storia temporale
INDIVIDUAZIONE EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata minima
CALIBRAZIONI	La verifica delle calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono ed attuatore elettrostatico
	Esecuzione verifica calibrazione su richiesta	Possibile
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutta la catena fonometrica	-
	Certificato SIT	Presente
	Parametri producibili per le calibrazioni	Stazione, Data, Ora, modalità, valore misurato, offset
	Cadenza delle verifiche automatiche e orari	Ogni 24 h, dalle 00.10 alle 00.25 ca.
	Durata mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	< 15 s.
	Cadenza verifiche manuali	Vedi tabelle apposite

Tabella 9: livelli di soglia delle centraline e durata minima dell'evento

Postazione SARA	Livello di soglia	Durata minima
P1 Bargellino	65 dB(A)	5 s.
P3 Aeroporto	65 dB(A)	9 s.
P4 Lippo	65 dB(A)	9 s.
P5 Zanardi – Noce	65 dB(A)	9 s.
P6 Campo calcio	65 dB(A)	9 s.
P7 Beverara	65 dB(A)	5 s.
P8 Corticella	65 dB(A)	9 s.
P9 Ippodromo	70 dB(A)	10 s.

#### 4.2 Certificazione SIT e calibrazioni

Nella tabella n.10 sono riassunti i dati identificativi della strumentazione installata presso le centraline e gli estremi del certificato di taratura previsto dal d.M. 16/03/1998 a cadenza biennale.

Tabella 10: estremi dei certificati SIT delle postazioni

Postazione SARA	Strumenti	Estremi Certificato
P1 Bargellino - tipo M	Fonometro Softech mod. Thor 7831 Microfono GRAS mod 41AS 98238	Centro LAT 68 certificato 39991-A del 9 ottobre 2017
P4 Lippo – tipo M	Fonometro Softech mod. Thor 7834 Microfono GRAS mod 41AS 98239	Centro LAT 68 certificato 40167-A del 13 novembre 2017
P5 Zanardi Noce – tipo M	Fonometro Softech mod. Thor 7835 Microfono GRAS mod 41AS 98241	Centro LAT 68 certificato 40166-A del 10 novembre 2017
P6 Campo calcio – Tipo M	Fonometro Softech mod. Thor 7836 Microfono GRAS mod 41AS 98337	Centro LAT 68 certificato 39777-A del 7 settembre 2017
P7 Beverara	Fonometro Softech mod. Thor 7780 Microfono GRAS mod 41AS 142037	Centro LAT 68 certificato 41408-A del 4 giugno 2018
P8 Corticella	Fonometro 01dB mod. Symphonie 1308 Microfono GRAS mod 41AS 114109	Centro LAT 68 certificato 41604-A del 3 maggio 2017
P9 Ippodromo	Fonometro Softech mod. Thor 7612 Microfono GRAS mod 41AS 98236	Centro LAT 68 certificato 42369-A del 23 novembre 2018

Nella tabella n. 11 sono riportate le date in cui sono state effettuate le calibrazioni manuali, registrate sul sistema di acquisizione del rumore aeroportuale

*Tabella 11: Date di calibrazione non automatica delle postazioni fonometriche*

<b>Postazione SARA</b>	<b>Date di avvenuta calibrazione manuale 2018</b>
P1 Bargellino - tipo M	09/01 – 03/02 – 12/03 – 21/03 – 06/06 – 08/06 – 16/06 – 19/07 – 21/08 03/10 – 21/10 – 06/11 – 10/12
P4 Lippo – tipo M	09/01 – 21/03 – 05/05 – 08/07 – 21/8 – 25/08 – 03/10 – 22/10 21/11 – 23/11 – 11/12
P5 Zanardi Noce – tipo M	09-01 – 11/02 – 17/03 – 21/03 – 22/04 – 08/05 – 23/05 – 24/05 – 06 /06 22/08 – 24/09 – 03/10 – 04/11 – 11/12
P6 Campo calcio – Tipo M	09/01 – 23/02 – 21/03 – 24/03 – 22/04 – 19/07 – 06/09 – 26/09 – 03/10 - 04/11
P7 Beverara	21/03 – 17/05 – 24/05 – 06/06 – 03/09 – 03/10 – 11/12 – 19/12
P8 Corticella	21/03 – 06/06 – 05/07 – 03/10 – 11/12
P9 Ippodromo	29//11 – 30/11 – 11/12

## 5. Identificazione delle tre settimane di maggior traffico per l'anno 2018

L'ente gestore (AdB) calcola il numero di movimenti totali (decolli + atterraggi) con una propria base dati voli a cui devono essere aggiunte le operazioni aeree effettuate dai velivoli che afferiscono l'Aviazione Generale.

Con cadenza mensile vengono aggiornati i report del mese precedente e pubblicati in *extranet*, piattaforma condivisa con gli enti territoriali.

Per l'anno 2018 le settimane di maggior traffico sono risultate essere quelle di cui alla seguente tabella (v. anche tab. 13, 14 e 15).

Le settimane di maggior traffico, sono state pertanto calcolate sulla base dati voli fornita dall'ente gestore

Tabella 12: Individuazione delle settimane con maggiori movimenti aerei

Quadrimestri	Settimana	Base Dati Voli AdB	Tracce ENAV
1° FEB - MAG	dal 24 al 30 Aprile	1422	1399
2° GIU - SET	dal 23 al 29 Settembre	1636	1589
3° OTT - GEN	dal 09 al 15 Ottobre	1467	1423

Le settimane di maggior traffico sono state confermate anche attraverso l'elaborazione delle tracce radar fornite da ENAV.

D: Data del mese

V: Movimenti aerei giornalieri

S: Somma mobile per il calcolo della settimana a maggior traffico

Tabella 13: Calcolo settimana a maggior traffico del primo quadrimestre (febbraio - maggio)

FEBBRAIO			MARZO			APRILE			MAGGIO		
D	V	S	D	V	S	D	V	S	D	V	S
1	174		1	113	1136	1	175	1387	1	184	1408
2	180		2	151	1106	2	189	1370	2	205	1413
3	135		3	148	1105	3	192	1360	3	200	1403
4	158		4	161	1111	4	212	1351	4	211	1393
5	189		5	197	1127	5	216	1358	5	171	1385
6	166		6	186	1131	6	218	1365	6	192	1392
7	170	1172	7	188	1144	7	168	1370	7	213	1192
8	173	1171	8	157	1188	8	124	1319	8	128	1115
9	193	1184	9	201	1238	9	214	1344	9	210	1125
10	142	1191	10	152	1242	10	194	1346	10	193	1107
11	150	1183	11	163	1244	11	204	1338	11	207	1143
12	189	1183	12	202	1249	12	207	1329	12	176	1127
13	184	1201	13	202	1265	13	218	1329	13	199	1113
14	175	1206	14	187	1264	14	173	1334	14	224	1209
15	173	1206	15	202	1309	15	187	1397	15	193	1192
16	185	1198	16	202	1310	16	213	1396	16	208	1207
17	149	1205	17	152	1310	17	195	1397	17	190	1190
18	156	1211	18	158	1305	18	211	1404	18	219	1233
19	186	1208	19	196	1299	19	212	1409	19	181	1215
20	179	1203	20	197	1294	20	202	1393	20	191	1182
21	181	1209	21	182	1289	21	187	1407	21	208	1197
22	187	1223	22	176	1263	22	195	1415	22	190	1179
23	181	1219	23	199	1260	23	210	1412	23	212	1201
24	149	1219	24	153	1261	24	198	1415	24	196	1178
25	155	1218	25	185	1288	25	200	1404	25	233	1230
26	181	1213	26	206	1298	26	210	1402	26	171	1210
27	182	1216	27	202	1303	27	221	1421	27	187	1189
28	175	1210	28	221	1342	28	179	1413	28	216	1215
			29	209	1375	29	185	1403	29	194	1197
			30	211	1387	30	229	1422	30	205	1206
			31	163	1397				31	196	1169

Tabella 14: Calcolo settimana a maggior traffico del secondo quadrimestre (giugno - settembre)

GIUGNO			LUGLIO			AGOSTO			SETTEMBRE		
D	V	S	D	V	S	D	V	S	D	V	S
1	228		1	234	1611	1	206	1498	1	197	1555
2	189		2	236	1608	2	216	1510	2	219	1547
3	206		3	207	1589	3	230	1516	3	240	1546
4	217		4	213	1575	4	211	1516	4	232	1553
5	225		5	238	1584	5	221	1512	5	228	1560
6	203		6	238	1577	6	222	1506	6	235	1579
7	218	1486	7	204	1570	7	224	1530	7	250	1601
8	189	1447	8	248	1584	8	215	1539	8	206	1610
9	210	1468	9	238	1586	9	203	1526	9	235	1626
10	215	1477	10	215	1594	10	218	1514	10	219	1605
11	221	1481	11	210	1591	11	213	1516	11	222	1595
12	218	1474	12	236	1589	12	222	1517	12	207	1574
13	201	1472	13	245	1596	13	217	1512	13	204	1543
14	215	1469	14	225	1617	14	206	1494	14	1	1294
15	241	1521	15	237	1606	15	181	1460	15	0	1088
16	205	1516	16	216	1584	16	199	1456	16	0	853
17	216	1517	17	218	1587	17	207	1445	17	0	634
18	227	1523	18	218	1595	18	194	1426	18	220	632
19	225	1530	19	228	1587	19	225	1429	19	245	670
20	225	1554	20	240	1582	20	225	1437	20	228	694
21	223	1562	21	208	1565	21	205	1436	21	231	924
22	244	1565	22	220	1548	22	202	1457	22	197	1121
23	196	1556	23	227	1559	23	208	1466	23	240	1361
24	239	1579	24	229	1570	24	213	1472	24	238	1599
25	239	1591	25	174	1526	25	202	1480	25	246	1625
26	226	1592	26	204	1502	26	227	1482	26	237	1617
27	227	1594	27	224	1486	27	241	1498	27	238	1627
28	229	1600	28	211	1489	28	225	1518	28	229	1625
29	245	1601	29	225	1494	29	221	1537	29	208	1636
30	211	1616	30	228	1495	30	216	1545	30	232	1628
			31	200	1466	31	228	1560			

Tabella 15: Calcolo settimana a maggior traffico del terzo quadrimestre (gennaio ottobre - dicembre)

OTTOBRE			NOVEMBRE			DICEMBRE			GENNAIO		
D	V	S	D	V	S	D	V	S	D	V	S
1	214		1	174	1319	1	162	1338	1	130	
2	200		2	191	1315	2	167	1321	2	188	
3	207		3	172	1314	3	208	1315	3	181	
4	213		4	176	1296	4	195	1322	4	187	
5	220		5	216	1296	5	203	1332	5	184	
6	180		6	191	1297	6	192	1328	6	149	
7	196	1430	7	187	1307	7	194	1321	7	162	1181
8	213	1429	8	201	1334	8	153	1312	8	188	1239
9	<b>211</b>	1440	9	205	1348	9	164	1309	9	178	1229
10	<b>211</b>	1444	10	181	1357	10	194	1295	10	176	1224
11	<b>226</b>	1457	11	187	1368	11	181	1281	11	176	1213
12	<b>225</b>	1462	12	220	1372	12	189	1267	12	175	1204
13	<b>177</b>	1459	13	200	1381	13	192	1267	13	141	1196
14	<b>202</b>	1465	14	202	1396	14	197	1270	14	151	1185
15	<b>215</b>	<b>1467</b>	15	196	1391	15	168	1285	15	183	1180
16	210	1466	16	204	1390	16	156	1277	16	184	1186
17	209	1464	17	173	1382	17	211	1294	17	182	1192
18	212	1450	18	173	1368	18	193	1306	18	184	1200
19	220	1445	19	200	1348	19	191	1308	19	162	1187
20	173	1441	20	181	1329	20	211	1327	20	143	1189
21	197	1436	21	198	1325	21	225	1355	21	156	1194
22	226	1447	22	190	1319	22	191	1378	22	176	1187
23	203	1440	23	194	1309	23	176	1398	23	167	1170
24	208	1439	24	170	1306	24	136	1323	24	160	1148
25	225	1452	25	184	1317	25	66	1196	25	170	1134
26	195	1427	26	214	1331	26	143	1148	26	169	1141
27	173	1427	27	188	1338	27	193	1130	27	135	1133
28	194	1424	28	193	1333	28	197	1102	28	148	1125
29	216	1414	29	196	1339	29	179	1090	29	178	1127
30	190	1401	30	201	1346	30	173	1087	30	167	1127
31	177	1370				31	136	1087	31	163	1130

## 5.1 Continuità delle rilevazioni

Per le stazioni idonee a rilevare il livello di esposizione LVA da confrontare con i limiti di legge, sono di seguito riportate il numero delle ore di effettivo funzionamento per l'anno 2018. La linea guida del SNPA indica come soglia ritenuta accettabile per le stazioni di tipo M, un valore pari al 98% del totale ore annue (8760). In analogia si restituiscono i medesimi calcoli anche per le postazioni che non sono di tipo M.

Tabella 16: continuità delle rilevazioni

Postazione SARA	Ore di funzionamento	% sul totale ore anno
P1 Bargellino - tipo M	8758	100
P4 Lippo – tipo M	8245	94,1
P5 Zanardi Noce – tipo M	8412	96
P6 Campo calcio – Tipo M	8758	100
P7 Beverara	7542	86,1
P8 Corticella	8639	98,6
P9 Ippodromo	480 su 480	100

La postazione P4, ubicata a Lippo di Calderara è rimasta ferma dal 8 febbraio al 1 marzo 2018 in quanto è stata interrotta l'alimentazione per necessità legate alla installazione della centralina di rilevazione qualità dell'aria, installata nei pressi della stazione di monitoraggio del rumore.

La postazione P5 ha avuto un fermo dal 8 al 22 agosto a seguito dell'interruzione dell'alimentazione della rete elettrica e successivo esaurimento della batteria tampone.

La postazione P7, è alimentata con i pannelli fotovoltaici, pertanto nei periodi dell'anno a scarso irraggiamento solare viene interrotta l'alimentazione per preservare le batterie di accumulo fino a quando la tensione non ritorna sopra un determinato livello. Nel mese di dicembre è stato fatto un intervento di sostituzione delle batterie.

La postazione P8 ha subito un stop dal 1 al 6 giugno per cambio strumentazione.

Tutte le interruzioni non si sono verificate all'interno delle settimane di maggior traffico

## 5.2 Numero di operazioni aeree con eventi correlati rispetto al totale di movimenti

Questa procedura ha il fine di accertare che il numero di correlazioni effettuate, a sinistra della disuguaglianza, non sia superiore al numero costituito dalla combinazione di tutti i sorvoli sulle stazioni di misura, a destra della disuguaglianza. In condizioni ideali, a ciascun movimento aereo che avviene lungo una determinata direzione (SIDi o RWYi) corrisponde un evento acustico rilevato dalla stazione di misura che è sensibile a quella traiettoria. Conseguentemente, tutti e soli questi eventi, potranno essere correlati alle operazioni aeree. La disuguaglianza non è più verificata qualora le centraline correlino due volte un evento associato alla stessa operazione di volo ovvero non vengano riconosciuti dei falsi positivi.

$$N_{EC}(D) < N_D \cdot \sum N_{OP}(D, SID_i)$$

$$N_{EC}(A) < N_A \cdot \sum N_{OP}(A, RWY_i)$$

NEC = numero di eventi sonori correlati ad operazioni di decollo (D) o atterraggio (A);

$N_{OP}(D, SID_i)$  = numero di postazioni sensibili alle operazioni di decollo lungo una determinata traiettoria di allontanamento dall'aeroporto;

$N_{OP}(A, RWY_i)$  = numero di postazioni sensibili alle operazioni di atterraggio lungo una determinata traiettoria di avvicinamento all'aeroporto;

$N_D$  = numero di operazioni di decollo;

$N_A$  = numero di operazioni di atterraggio;

Le stazioni sensibili alle operazioni di decollo sono le centraline P1, P4, P5 e P6. Quelle sensibili alle operazioni di atterraggio sono principalmente le postazioni P1 e P6 mentre la P4 è scarsamente sensibili agli atterraggi.

Tabella 17: Correlazione tra il numero di eventi sonori e il numero di movimenti aerei

Settimana	Decolli		Atterraggi	
	$N_{EC}(D, P1+P4+P5+P6)$	$N_D \cdot \sum N_{OP}(D, SID_i)$	$N_{EC}(A, P1 + P6)$	$N_A \cdot \sum N_{OP}(A, RWY_i)$
24 – 30 Aprile	1837	4080	694	1422
23 – 29 Settembre	2209	4110	795	1628
9 – 15 Ottobre	1948	3645	727	1476
<b>Totale settimane</b>	5994	11835	2216	4526

Sulla base dei dati di cui alla tabella 17, la disuguaglianza è verificata

### 5.3 Valutazione del rapporto di correlazione delle operazioni aeree

La risposta del sistema di acquisizione degli eventi viene valutata anche on base al rapporto fra il numero di operazioni aeree che hanno almeno un evento correlato (Nc) ed il numero totale delle operazioni aeree (Nt). La valutazione è tanto migliore quanto il rapporto si avvicina a 1, in quanto maggiore è la capacità del sistema di correlare le movimentazioni aeree.

Tabella 18: numero di operazioni aeree correlate, rispetto al totale

Settimana	Nc (Numero operazioni aeree correlate)	Nt (Numero operazioni aeree totali)	Nc/Nt
24 – 30 Aprile	1393	1422	0,980
23 – 29 Settembre	1620	1636	0,990
9 – 15 Ottobre	1444	1467	0,984
<b>Totale settimane</b>	4457	4525	0,985

Sulla base dei dati riportati nella tabella precedente il 98,5 % delle movimentazioni aeree viene correlato. Tale valutazione è stata eseguita analizzando solamente i dati delle centraline P1 e P6 pertanto non si esclude che il rapporto possa essere maggiore.

#### 5.4 Falsi positivi e differenza tra livelli correlati e non correlati

Un ulteriore elemento di valutazione riguarda la percentuale degli eventi sonori correlati rispetto al totale degli eventi registrati dalla centralina. Tale percentuale permette utili considerazioni circa la correttezza delle soglie impostate sulle cabine e la funzionalità del posizionamento rispetto a sorgenti terze che possono generare eventi acustici non aeronautici. Il valore è tanto migliore quanto si approssima al 100%. Infine, un importante parametro è la differenza degli indici LVA giornalieri, introducendo il concetto di LVA totale, ovvero l'indice LVA ottenuto computando tutti i SEL degli eventi registrati dalla stazione di misura indipendentemente dal fatto che gli stessi eventi siano associabili a movimentazioni di tipo aereo. La differenza  $LVA_{j,T} - LVA_{j,C}$  concerne pertanto la differenza tra il livello di esposizione a monte ( $LVA_{j,T}$ ) e dopo le operazioni di correlazione a movimenti aerei ( $LVA_{j,C}$ ). Tale parametro permette di valutare l'influenza dei falsi positivi sull'LVA settimanale. Il valore è tanto migliore quanto la differenza si avvicina a zero.

Tabella 19: rapporto tra eventi correlati ed eventi registrati

Postazione SARA	NEC	NET	NEC/NET*100	LVA <sub>j,C</sub>	LVA <sub>j,T</sub>	Δ LVA
P1 – 24_30 Apr	859	1007	85%	64,85	65,00	0,15
P1 – 23_29 Sett	956	1117	86%	65,75	65,80	0,05
P1 – 09_15 Ott	854	972	88%	65,00	65,05	0,05
<b>P1 – 3 settimane</b>	2669	3096	<b>86%</b>	65,20	65,30	<b>0,10</b>
P4 – 24_30 Apr	746	824	91%	61,75	61,90	0,15
P4 – 23_29 Sett	912	976	94%	62,20	62,35	0,15
P4 – 09_15 Ott	828	885	94%	61,30	61,55	0,25
<b>P4 – 3 settimane</b>	2486	2685	<b>93%</b>	61,75	61,95	<b>0,20</b>
P5 – 24_30 Apr	512	535	96%	54,65	54,80	0,15
P5 – 23_29 Sett	688	719	96%	56,85	57,40	0,55
P5 – 09_15 Ott	578	598	97%	55,10	55,25	0,15
<b>P5 – 3 settimane</b>	1778	1852	<b>96%</b>	55,65	55,95	<b>0,30</b>
P6 – 24_30 Apr	534	669	80%	61,55	61,70	0,15
P6 – 23_29 Sett	664	947	70%	62,25	62,45	0,20
P6 – 09_15 Ott	590	868	68%	62,45	62,70	0,25
<b>P6 – 3 settimane</b>	1788	2484	<b>72%</b>	62,10	62,30	<b>0,20</b>

Ad eccezione della stazione P5, la tabella mette in evidenza dei valori percentuali abbastanza lontani dal 100%. Per la centralina P6 del centro sportivo di via Agucchi, la percentuale di eventi sonori correlati ha un valore eccessivamente basso. Le motivazioni di tali risultati, possono essere ricercate sia in una soglia troppo bassa rispetto alla rumorosità ambientale, sia nel contesto del clima acustico nel quale sono inserite le centraline. In particolare la P6 genera molti falsi positivi (una media di 33 al giorno nelle 3 settimane di maggior traffico), presumibilmente dovuti ad alcuni transiti di mezzi pesanti sulla vicina via Agucchi ed alle attività antropiche che si svolgono presso il centro sportivo.

Fermo restando quanto sopra i falsi positivi influenzano marginalmente l'indice di esposizione LVA che rimane sempre contenuto entro i 0.3 dB(A)

## 6. Dati meteo

Sono stati consultati i dati meteo rilevati durante le 3 settimane di riferimento e durante i 4 giorni in cui sono state effettuati i monitoraggi simultanei di verifica. I dati delle precipitazioni e della velocità del vento sono stati ottenuti rispettivamente dalla centralina “Canocchia Botte Monte” e “Bologna Urbana” entrambe gestite da ARPAE e ubicate così come visibile in *figura 18*. A partire da settembre 2018 sono operative altre 2 nuove stazioni meteo, ubicate in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio acustico P4 e P6 che dalle prossime verifiche potranno fornire dati maggiormente rappresentativi, soprattutto in relazione alla velocità del vento. Nel presente prospetto si riportano esclusivamente le condizioni di potenziale criticità per la riproducibilità corretta delle misure, ovvero la presenza di precipitazioni (*tab. 20*) e la velocità del vento superiore a 5m/s (*tab. 21*)

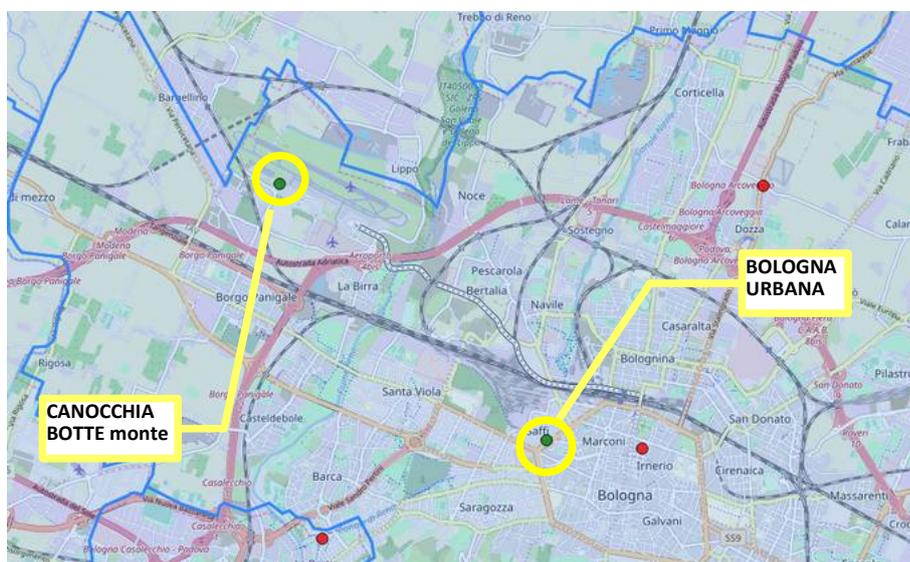


Figura 16: ubicazione centraline meteo

Tabella 20: precipitazioni presenti nelle 3 settimane di riferimento/monitoraggi simultanei – ora UTC\*

		Bologna urbana	Canocchia Botte monte
Inizio validità (UTC)	Fine validità (UTC)	Precipitazione cumulata mm	Precipitazione cumulata mm
29/04/2018 ore 15.00	29/04/2018 ore 17.00	1,2	0,8

Tabella 21: condizioni ventose presenti nelle 3 settimane di riferimento/monitoraggi simultanei

Inizio validità (UTC)	Fine validità (UTC)	Velocità media oraria scalare del vento a 10 m dal suolo (M/S)
2018-04-23 22:00:00+00:00	2018-04-23 23:00:00+00:00	5,6
2018-04-23 23:00:00+00:00	2018-04-24 00:00:00+00:00	6
2018-04-24 00:00:00+00:00	2018-04-24 01:00:00+00:00	6,3
2018-04-24 01:00:00+00:00	2018-04-24 02:00:00+00:00	6,4

2018-04-24 02:00:00+00:00	2018-04-24 03:00:00+00:00	6
2018-04-24 20:00:00+00:00	2018-04-24 21:00:00+00:00	5,3
2018-04-24 21:00:00+00:00	2018-04-24 22:00:00+00:00	5,8
2018-04-24 22:00:00+00:00	2018-04-24 23:00:00+00:00	5,3
2018-04-24 23:00:00+00:00	2018-04-25 00:00:00+00:00	6,7
2018-04-25 00:00:00+00:00	2018-04-25 01:00:00+00:00	6,4
2018-04-25 01:00:00+00:00	2018-04-25 02:00:00+00:00	5,2
2018-04-25 19:00:00+00:00	2018-04-25 20:00:00+00:00	5,5
2018-04-25 20:00:00+00:00	2018-04-25 21:00:00+00:00	6,4
2018-04-25 21:00:00+00:00	2018-04-25 22:00:00+00:00	6,6
2018-04-25 22:00:00+00:00	2018-04-25 23:00:00+00:00	6,2
2018-04-25 23:00:00+00:00	2018-04-26 00:00:00+00:00	4,2
2018-04-26 00:00:00+00:00	2018-04-26 01:00:00+00:00	5,2
2018-04-26 01:00:00+00:00	2018-04-26 02:00:00+00:00	5,9
2018-04-26 18:00:00+00:00	2018-04-26 19:00:00+00:00	5,3
2018-04-26 21:00:00+00:00	2018-04-26 22:00:00+00:00	5
2018-04-26 22:00:00+00:00	2018-04-26 23:00:00+00:00	5,5
2018-09-24 10:00:00+00:00	2018-09-24 11:00:00+00:00	5,9
2018-09-24 11:00:00+00:00	2018-09-24 12:00:00+00:00	9,2
2018-09-24 12:00:00+00:00	2018-09-24 13:00:00+00:00	7,6
2018-09-24 13:00:00+00:00	2018-09-24 14:00:00+00:00	7,6
2018-09-24 14:00:00+00:00	2018-09-24 15:00:00+00:00	7,1
2018-09-24 15:00:00+00:00	2018-09-24 16:00:00+00:00	6,8
2018-09-24 16:00:00+00:00	2018-09-24 17:00:00+00:00	6,4
2018-09-24 17:00:00+00:00	2018-09-24 18:00:00+00:00	6,5
2018-09-25 09:00:00+00:00	2018-09-25 10:00:00+00:00	7,1
2018-09-25 10:00:00+00:00	2018-09-25 11:00:00+00:00	6,3
2018-09-25 11:00:00+00:00	2018-09-25 12:00:00+00:00	6,6
2018-09-25 12:00:00+00:00	2018-09-25 13:00:00+00:00	6,4
2018-09-25 13:00:00+00:00	2018-09-25 14:00:00+00:00	5,8
2018-09-25 14:00:00+00:00	2018-09-25 15:00:00+00:00	5,8
2018-09-25 15:00:00+00:00	2018-09-25 16:00:00+00:00	5,1
2018-09-25 16:00:00+00:00	2018-09-25 17:00:00+00:00	5,2
2018-09-29 12:00:00+00:00	2018-09-29 13:00:00+00:00	5,5
2018-09-29 13:00:00+00:00	2018-09-29 14:00:00+00:00	5,1
2018-09-29 14:00:00+00:00	2018-09-29 15:00:00+00:00	5,3

\* L'ora UTC è maggiore di 1 ora durante il periodo di ora solare e di 2 ore durante l'ora legale

## 7. Calcolo LVA - SEL sopra soglia e SEL da Lmax-10dB(A)

Per il calcolo dell'LVA, sono stati esportati da ogni centralina, i dati delle time history giornaliere con LAeq ogni secondo ed elaborati nuovamente estraendo gli eventi sonori sulla base di determinate soglie e durata minima dell'evento, il programma utilizzato è Noise & Vibration Works. Per ogni giorno delle tre settimane di riferimento sono riportati gli LVA giornalieri sia calcolati da SARA e linee guida ISPRA, sia calcolati come previsto dal DM 31/10/1997. Il decreto ministeriale prevede di calcolare il SEL dell'evento da tutti i campioni acquisiti dal fonometro, compresi tra il valore di  $L_{AFmax}$  e il valore di  $L_{AF}$  superiori a  $L_{AFmax}$  meno 10dB; il SEL calcolato in tale modo viene comunemente chiamato "SEL -10dB". Fra i due tipi di calcolo vi sono delle differenze e generalmente la procedura utilizzata da SARA comporta dei valori di SEL (e conseguentemente di LVA) lievemente maggiori rispetto alla procedura fissata dal decreto. Ciò è dovuto al fatto che normalmente i campioni utilizzati nel calcolo del SEL-10 sono di meno rispetto ai campioni utilizzati nel calcolo del SEL sopra soglia: si pensi per esempio ad una soglia pari a 65 dB(A) e ad un evento che genera un livello  $L_{AFmax}$  di 90 dB(A), nella procedure del SEL-10 si accorperanno solamente i valori compresi fra 80 dB(A) e 90 dB(A) mentre nel calcolo del SEL sopra soglia si utilizzeranno tutti i campioni compresi tra 65 dB(A) e 90 dB(A), naturalmente i campioni con livello sotto gli 80 dB(A) potranno incidere solamente di alcuni decimali.

Diverso è il caso in cui la procedura di cui al decreto porta ad una sovrastima rispetto il calcolo SARA, ciò può avvenire per eventi il cui  $L_{AFmax}$  è basso o il rumore di fondo presso la centralina è sostenuto dai rumori di sorgenti terze ovvero in entrambe le condizioni. In tali casi si possono avere dei SEL-10dB(A) di gran lunga superiori ai SEL calcolati solo con i campioni sopra soglia in quanto la durata dei due eventi può essere molto diversa. Naturalmente quando ciò accade il SEL-10 dB(A) assegnato al transito aereo è falsato. Si prenda l'esempio riportato in Figura 15 dove è raffigurato un evento sonoro registrato dalla Stazione 5 e correlato con il decollo del volo CSA733 delle ore 8.17 delle Czech Airlines per pista 12; il calcolo del SEL secondo il DM 31/10/1997 viene eseguito sommando i livelli da -10dB dal livello massimo di 65,2 dB(A) dando origine ad un SEL di 77,7 dB(A). Si noti che ciò comporta la marcatura di un falso evento all'interno del quale è compreso il decollo. Ne consegue una sovrastima dell'evento in quanto nel calcolo del SEL viene compreso parte del rumore ambientale estraneo al rumore aeronautico. Il sistema SARA invece assegnerebbe il SEL sommando tutti i livelli sopra la soglia che nel nostro caso è stata fissata a 62 dB(A) e ne deriverebbe un SEL di 74,4 dB(A), come mostrato in figura 16.



Figura 17: esempio di calcolo del SEL da  $L_{AFmax}$  - 10dB(A)

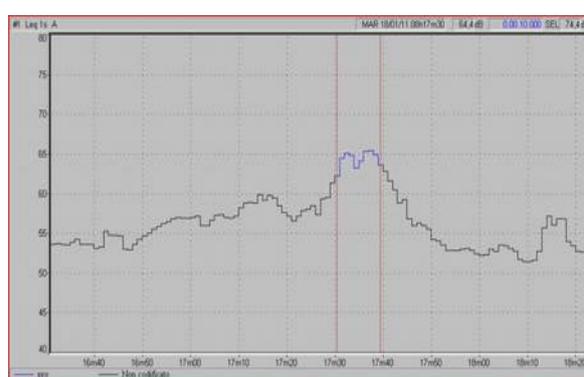


Figura 18: Esempio di calcolo del SEL da campipiopi sopra soglia

## Postazione P1- Bargellino

Tabella 22: Indici LVAJ e settimanali delle 3 settimane di riferimento - P1

Settimana 1 – 24_30 aprile	LVAJ SEL sopra soglia	LVAj SEL Lmax-10 dBA
24	63,9	63,6
25	63,9	63,6
26	65,6	65,1
27	65,7	65,5
28	64,3	64,0
29	64,1	63,9
30	65,8	65,5
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>64,8 dB(A)</b>	<b>64,5 dB(A)</b>
Settimana 2 – 23_29 settembre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
23	65,5	65,3
24	64,9	64,8
25	67,0	66,7
26	66,1	65,7
27	64,5	64,3
28	65,1	64,8
29	67,0	66,8
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>65,8 dB(A)</b>	<b>65,6 dB(A)</b>
Settimana 3 – 9_15 ottobre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
9	65,0	64,8
10	64,2	64,0
11	65,6	65,3
12	65,1	64,9
13	63,1	62,8
14	64,5	64,3
15	65,9	65,7
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>64,9</b>	<b>64,6</b>

## Postazione P4 – Lippo di Calderara

Tabella 23: Indici LVAJ e settimanali delle 3 settimane di riferimento - P4

Settimana 1 – 24_30 aprile	LVAJ SEL sopra soglia	LVAj SEL Lmax-10 dBA
24	60,8	60,7
25	61,4	61,2
26	61,9	62,0
27	62,4	62,2
28	62,0	61,8
29	61,3	61,5
30	62,5	62,3
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>61,8 dB(A)</b>	<b>61,7 dB(A)</b>
Settimana 2 – 23_29 settembre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
23	61,7	61,7
24	61,9	61,7
25	62,0	62,0
26	61,0	60,8
27	61,3	61,1
28	63,5	63,3
29	63,6	63,4
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>62,2 dB(A)</b>	<b>62,1 dB(A)</b>
Settimana 3 – 9_15 ottobre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
9	61,3	61,1
10	60,9	60,8
11	61,5	61,3
12	61,8	61,7
13	61,3	61,1
14	61,1	60,9
15	61,8	60,9
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>61,4 dB(A)</b>	<b>61,8 dB(A)</b>

## Postazione P5 – Zanardi

Tabella 24: Indici LVAJ e settimanali delle 3 settimane di riferimento - P5

Settimana 1 – 24_30 aprile	LVAJ SEL sopra soglia	LVAj SEL Lmax-10 dBA
24	53,3	53,3
25	54,5	54,6
26	53,4	53,4
27	55,8	55,8
28	55,2	55,2
29	55,9	55,8
30	54,1	54,0
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>54,7 dB(A)</b>	<b>54,7 dB(A)</b>
Settimana 2 – 23_29 settembre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
23	55,0	55,1
24	58,4	58,4
25	57,7	57,5
26	56,8	56,7
27	54,9	55,0
28	55,3	55,5
29	57,3	57,3
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>56,7 dB(A)</b>	<b>56,7 dB(A)</b>
Settimana 3 – 9_15 ottobre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
9	54,5	54,7
10	55,5	55,5
11	56,0	56,0
12	53,5	53,7
13	55,0	55,1
14	55,5	55,5
15	55,7	55,6
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>55,2 dB(A)</b>	<b>55,2 dB(A)</b>

## Postazione P6 – Centro sportivo Pizzoli

Tabella 25: Indici LVAJ e settimanali delle 3 settimane di riferimento - P6

Settimana 1 – 24_30 aprile	LVAJ SEL sopra soglia	LVAj SEL Lmax-10 dBA
24	61,6	61,3
25	62,2	61,8
26	61,0	60,7
27	61,8	61,6
28	61,8	61,5
29	61,0	60,7
30	61,6	61,3
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>61,6 dB(A)</b>	<b>61,3 dB(A)</b>
Settimana 2 – 23_29 settembre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
23	62,8	62,5
24	62,1	61,8
25	61,4	61,2
26	61,8	61,2
27	62,3	62,0
28	63,2	62,9
29	62,3	62,0
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>62,3 dB(A)</b>	<b>62,0 dB(A)</b>
Settimana 3 – 9_15 ottobre	LVA da SEL sopra soglia	LVA da SEL Lmax-10 dBA
9	62,4	62,0
10	61,4	61,2
11	62,0	61,7
12	63,2	63,2
13	62,4	62,1
14	62,3	62,0
15	62,6	62,4
<b>LVA SETTIMANALE</b>	<b>62,4 dB(A)</b>	<b>62,1 dB(A)</b>

Tabella 26: LVA ANNUALE 2018

Postazioni	LVA 2018 da SEL sopra soglia	LVA 2018 da SEL Lmax-10 dBA
P1	65,2 dB(A)	64,9 dB(A)
P4	61,8 dB(A)	61,7 dB(A)
P5	55,6 dB(A)	55,6 dB(A)
P6	62,1 dB(A)	61,8 dB(A)

La stazione P1 ha misurato un indice LVA annuale, ampiamente inferiore al limite della zona B pari a 75 dB(A). Le stazioni P4, P5 e P6 hanno fornito valori conformi al limite della zona A dell'intorno aeroportuale, pari a 65dB(A).

## 8. Verifica a mezzo di misure simultanee

Dal 27 novembre al 4 dicembre la scrivente Agenzia ha effettuato dei monitoraggi affiancando propria strumentazione alle 4 centraline interne alla zonizzazione aeroportuale, preposte alla verifica del limite LVA. La tabella seguente riassume i giorni in cui sono avvenute le verifiche:

Tabella 27: elenco monitoraggi simultanei presso stazioni SARA

Postazione SARA	Data inizio misura	Durata monitoraggio
P1 Bargellino	27/11/2018 ore 16.00	22 h 30 min
P4 Lippo	3/12/2018 ore 15.00	24 h
P5 Zanardi – Noce	2/12/2018 ore 06.00	24 h
P6 Campo calcio	29/11/2018 ore 13.00	24 h

Le misure sono state eseguite con la seguente strumentazione:

Fonometro: SOLO modello Black marca 01dB - s.n. 65150 – cert.tar. 146 08732 del 17/05/2017

Preamplificatore: PRE 21S marca 01dB – s.n. 15583 - cert.tar. 146 08732 del 17/05/2017

Capsula: MCE 212 marca 01dB – s.n. 134812 - cert.tar. 146 08732 del 17/05/2017

Calibratore: Cal 21 marca 01dB – s.n. 50241558 - cert.tar. 146 08733 del 17/05/2017

Per le postazioni P1, P5 e P6 la strumentazione è stata posizionata su mezzo mobile dotato di asta telescopica. Il furgone è stato parcheggiato in modo di affiancare il più possibile il microfono SARA, tuttavia per la postazione P6, a causa dell'altezza della postazione SARA, vi sono differenze di posizionamento notevole. Lo stesso vale per P5, in quanto l'unico parcheggio possibile è dalla parte opposta del chiosco che accoglie l'asta microfonica della centralina SARA.

A seguito del campionamento si sono estratti gli eventi impostando le medesime soglie di livello e durata impostate sulle centraline SARA e si sono affiancati i dati estratti confrontando il Laeq, SEL, LAFMax.



Figura 19: Esecuzione delle verifiche simultanee in P1



Figura 20: Esecuzione delle verifiche simultanee in P6



Figura 21: Esecuzione delle verifiche simultanee in P5

Nella seguente tabella sono riportate le medie dei SEL e l'LVA

Tabella 28: confronto tra i valori restituiti dalle postazioni ARPAE e le centraline SARA

Postazione SARA	Media SEL SARA	Media SEL ARPAE	LVAj SARA	LVAj ARPAE
P1 Bargellino	89,82 dB(A)	90,05 dB(A)	64,60 dB(A)*	64,40 dB(A)*
P4 Lippo	89,43 dB(A)	89,36 dB(A)	62,25 dB(A)	62,20 dB(A)
P5 Zanardi – Noce	86,16 dB(A)	87,19 dB(A)	55,42 dB(A)	56,45 dB(A)
P6 Campo calcio	92,25 dB(A)	92,01 dB(A)	61,51 dB(A)	61,28 dB(A)

\*Valori riparametrati a 22,5 ore di campionamento

Si può osservare un ottimo riscontro per le postazioni P1, P4 e P6 mentre per la postazione P5 lo scostamento tra i valori acquisiti dalle due postazioni è di 1 dB(A). In effetti presso la postazione P5, oltre al differente posizionamento dei microfoni, necessario per poter parcheggiare il mezzo mobile, l'incertezza della misura aumenta anche in funzione dello scarto minore tra il rumore di fondo e il livello massimo che caratterizza gli eventi: maggiore è l'influenza del rumore di fondo, maggiore è la "contaminazione" sui livelli registrati che fa aumentare i possibili errori delle misure. Ciò fermo restando, la differenza riscontrata rientra comunque nell'incertezza dovuta alla precisione di strumentazione di classe 1. Alla luce di quanto accertato si provvederà a fare uno specifico monitoraggio con diverse modalità, pertanto si provvederà ad affiancare le due capsule microfoniche ma stante l'impossibilità di utilizzare il mezzo mobile per mancanza di spazi in cui parcheggiarlo, si utilizzerà uno stativo senza ausilio di box esterno e conseguentemente il tempo di campionamento sarà limitato a qualche ora facendo misure esclusivamente assistite.

Alle pagine seguenti si riportano i livelli registrati dalle centraline SARA e dalla strumentazione ARPAE riferiti ad ogni singolo evento correlato (tab. 29-32)

## Monitoraggio simultaneo presso P1

Tabella 29: confronto tra i dati rilevati dalla strumentazione ARPAE e la stazione di monitoraggio SARA- P1

Ora	DATI SARA			DATI ARPAE			SARA - ARPAE		
	Lmax	Leq	SEL	Lmax	Leq	SEL	Δlmax	Δleq	ΔSEL
27/11/2018 16:07:38	79,8	75,1	86,8	80,6	75,1	87,1	-0,8	0,0	-0,3
27/11/2018 16:12:31	84,5	77,8	89,6	83,9	78,1	89,5	0,6	-0,3	0,1
27/11/2018 16:16:07	80,8	74,1	84,5	78,9	74,0	84,4	1,9	0,1	0,1
27/11/2018 16:21:34	82,9	77,7	89,4	83,1	77,8	89,5	-0,2	-0,1	-0,1
27/11/2018 16:27:54	85,0	78,1	89,6	83,4	78,2	89,6	1,6	-0,1	0,0
27/11/2018 16:40:30	80,3	75,5	86,6	79,2	75,3	86,5	1,1	0,2	0,1
27/11/2018 16:52:36	85,8	79,3	90,8	85,5	79,3	90,7	0,3	0,0	0,1
27/11/2018 16:55:41	81,6	75,8	87,2	80,8	75,7	87,1	0,8	0,1	0,1
27/11/2018 16:59:52	75,0	71,6	82,4	76,1	72,0	82,8	-1,1	-0,4	-0,4
27/11/2018 17:09:08	81,5	73,4	88,8	81,7	76,9	88,7	-0,2	-3,5	0,1
27/11/2018 17:16:49	83,9	77,6	89,1	82,5	77,6	89,1	1,4	0,0	0,0
27/11/2018 17:25:34	84,8	79,0	92,8	82,9	78,1	91,9	1,9	0,9	0,9
27/11/2018 17:40:38	84,0	77,9	89,7	83,1	77,8	89,9	0,9	0,1	-0,2
27/11/2018 17:51:50	82,4	77,5	89,0	82,2	77,9	89,1	0,2	-0,4	-0,1
27/11/2018 18:04:42	81,1	76,5	87,7	81,6	76,3	87,8	-0,5	0,2	-0,1
27/11/2018 18:08:47	85,6	79,0	91,0	84,9	79,2	91,2	0,7	-0,2	-0,2
27/11/2018 18:13:57	83,0	77,7	91,8	80,9	77,3	91,5	2,1	0,4	0,3
27/11/2018 18:23:25	82,5	77,7	88,5	81,7	77,4	88,5	0,8	0,3	0,0
27/11/2018 18:33:02	78,5	70,9	87,2	79,6	74,6	86,1	-1,1	-3,7	1,1
27/11/2018 18:49:42	78,5	74,3	85,5	77,8	74,4	85,1	0,7	-0,1	0,4
27/11/2018 19:06:55	87,1	79,5	90,7	85,4	79,3	90,5	1,7	0,2	0,2
27/11/2018 19:12:41	79,1	74,7	85,8	78,5	74,6	85,8	0,6	0,1	0,0
27/11/2018 19:33:32	84,5	73,6	90,5	83,6	78,6	90,1	0,9	-5,0	0,4
27/11/2018 19:37:17	87,3	79,8	92,4	86,6	80,0	92,6	0,7	-0,2	-0,2
27/11/2018 19:45:07	81,5	77,2	88,3	81,0	77,2	88,3	0,5	0,0	0,0
27/11/2018 19:58:23	81,4	76,0	89,4	81,2	75,9	89,3	0,2	0,1	0,1
27/11/2018 20:00:27	79,0	75,6	88,6	79,1	75,7	88,9	-0,1	-0,1	-0,3
27/11/2018 20:03:56	88,0	81,5	95,1	87,2	81,5	95,2	0,8	0,0	-0,1
27/11/2018 20:28:33	83,8	78,5	89,7	82,7	78,6	89,7	1,1	-0,1	0,0
27/11/2018 20:45:49	78,5	74,0	84,4	77,5	73,7	84,2	1,0	0,3	0,2
27/11/2018 21:21:04	79,3	75,0	86,2	79,0	74,8	86,0	0,3	0,2	0,2
27/11/2018 21:25:53	81,0	77,3	88,4	82,2	77,6	88,7	-1,2	-0,3	-0,3
27/11/2018 21:41:01	86,0	78,7	90,5	85,5	78,6	90,4	0,5	0,1	0,1
27/11/2018 21:46:49	84,5	79,3	91,8	84,0	79,5	92,1	0,5	-0,2	-0,3
27/11/2018 21:51:26	83,6	78,3	90,6	84,0	78,1	90,4	-0,4	0,2	0,2
27/11/2018 21:54:29	84,5	77,9	89,4	83,5	77,8	89,3	1,0	0,1	0,1
27/11/2018 21:57:46	82,8	77,7	89,5	82,5	77,6	89,4	0,3	0,1	0,1
27/11/2018 22:02:07	83,5	77,7	88,9	82,7	77,6	88,8	0,8	0,1	0,1
27/11/2018 22:05:12	83,0	78,2	89,4	82,2	78,2	89,3	0,8	0,0	0,1

27/11/2018 22:18:28	82,1	77,4	88,9	82,4	77,0	88,8	-0,3	0,4	0,1
27/11/2018 22:21:43	82,8	76,9	88,1	82,5	77,0	88,1	0,3	-0,1	0,0
27/11/2018 22:30:22	87,6	80,5	95,8	86,1	79,8	95,1	1,5	0,7	0,7
27/11/2018 22:39:08	82,0	77,2	88,9	81,4	77,7	88,8	0,6	-0,5	0,1
27/11/2018 22:42:32	78,9	74,4	85,6	78,5	74,9	85,7	0,4	-0,5	-0,1
27/11/2018 22:44:32	76,1	72,8	83,2	77,2	72,8	82,8	-1,1	0,0	0,4
27/11/2018 22:57:52	86,8	79,5	91,0	86,2	79,4	91,2	0,6	0,1	-0,2
27/11/2018 23:03:05	84,3	78,5	89,6	83,6	78,6	89,7	0,7	-0,1	-0,1
27/11/2018 23:23:37	84,5	78,8	91,1	83,8	78,5	90,8	0,7	0,3	0,3
27/11/2018 23:33:15	86,6	79,4	91,9	85,1	79,4	92,0	1,5	0,0	-0,1
27/11/2018 23:49:03	87,9	80,4	95,4	86,7	79,7	94,8	1,2	0,7	0,6
27/11/2018 23:59:21	85,8	79,0	91,3	84,4	78,6	91,2	1,4	0,4	0,1
28/11/2018 00:04:31	85,0	78,5	92,8	82,6	77,9	92,2	2,4	0,6	0,6
28/11/2018 00:13:05	80,8	76,3	87,7	81,1	76,4	87,8	-0,3	-0,1	-0,1
28/11/2018 04:28:13	71,3	68,6	79,8	70,1	68,3	79,5	1,2	0,3	0,3
28/11/2018 05:22:36	87,4	79,6	91,7	86,6	79,9	91,6	0,8	-0,3	0,1
28/11/2018 06:17:28	85,8	80,2	92,7	85,1	80,2	92,8	0,7	0,0	-0,1
28/11/2018 06:21:51	84,0	78,7	91,3	86,1	79,4	91,7	-2,1	-0,7	-0,4
28/11/2018 06:28:46	87,8	80,9	94,9	85,8	80,3	94,4	2,0	0,6	0,5
28/11/2018 06:33:26	86,6	81,0	95,0	85,5	80,6	94,6	1,1	0,4	0,4
28/11/2018 06:35:18	82,5	77,1	91,3	82,4	77,1	91,2	0,1	0,0	0,1
28/11/2018 06:39:32	83,3	77,3	91,2	80,2	76,6	90,6	3,1	0,7	0,6
28/11/2018 06:41:13	84,5	79,4	93,5	84,0	79,2	93,3	0,5	0,2	0,2
28/11/2018 06:42:54	85,5	79,2	93,2	83,7	78,6	92,6	1,8	0,6	0,6
28/11/2018 06:44:37	86,8	81,4	95,3	86,2	80,8	94,8	0,6	0,6	0,5
28/11/2018 06:46:49	84,5	78,4	92,4	82,8	77,9	91,9	1,7	0,5	0,5
28/11/2018 06:49:02	73,5	70,0	81,2	72,4	69,3	80,8	1,1	0,7	0,4
28/11/2018 06:52:31	83,5	78,8	92,9	83,9	79,3	93,3	-0,4	-0,5	-0,4
28/11/2018 06:54:55	83,4	78,3	92,8	82,5	77,5	91,9	0,9	0,8	0,9
28/11/2018 07:10:52	81,5	76,6	91,1	79,3	76,0	90,4	2,2	0,6	0,7
28/11/2018 07:13:11	81,9	76,7	90,3	82,1	76,8	90,3	-0,2	-0,1	0,0
28/11/2018 07:33:20	84,8	77,7	89,4	83,7	77,7	89,1	1,1	0,0	0,3
28/11/2018 07:54:12	82,0	76,6	88,1	81,6	76,5	88,2	0,4	0,1	-0,1
28/11/2018 08:16:13	80,9	76,1	88,4	81,4	75,7	88,5	-0,5	0,4	-0,1
28/11/2018 08:27:30	83,8	77,1	88,9	81,8	77,2	88,7	2,0	-0,1	0,2
28/11/2018 09:05:55	80,9	75,9	87,7	81,2	75,8	87,9	-0,3	0,1	-0,2
28/11/2018 09:15:21	80,1	75,7	90,6	79,9	75,6	90,4	0,2	0,1	0,2
28/11/2018 09:26:06	81,8	76,4	88,9	81,1	76,5	88,8	0,7	-0,1	0,1
28/11/2018 09:36:24	82,9	77,8	89,3	83,4	77,9	89,4	-0,5	-0,1	-0,1
28/11/2018 09:39:46	74,5	72,3	82,3	76,3	72,7	82,7	-1,8	-0,4	-0,4
28/11/2018 09:47:05	83,1	77,3	90,1	83,2	77,5	90,3	-0,1	-0,2	-0,2
28/11/2018 09:51:40	79,1	74,5	85,9	78,9	74,2	85,7	0,2	0,3	0,2
28/11/2018 09:54:36	83,5	77,2	89,5	82,8	77,5	89,5	0,7	-0,3	0,0
28/11/2018 09:59:11	84,4	78,0	90,0	83,5	77,8	90,1	0,9	0,2	-0,1
28/11/2018 10:17:20	80,8	75,6	86,8	79,9	75,8	86,9	0,9	-0,2	-0,1

28/11/2018 10:21:05	80,5	75,9	87,3	81,0	75,9	87,7	-0,5	0,0	-0,4
28/11/2018 10:32:35	79,3	75,3	86,4	80,5	75,6	87,0	-1,2	-0,3	-0,6
28/11/2018 10:39:22	78,6	74,2	85,7	78,8	74,1	85,6	-0,2	0,1	0,1
28/11/2018 10:43:19	82,4	76,7	88,5	81,6	77,0	88,5	0,8	-0,3	0,0
28/11/2018 10:46:54	81,1	73,4	87,5	81,6	76,0	87,4	-0,5	-2,6	0,1
28/11/2018 11:00:55	79,5	75,4	86,9	81,5	76,1	87,6	-2,0	-0,7	-0,7
28/11/2018 11:12:10	80,6	71,6	88,2	80,2	72,3	88,0	0,4	-0,7	0,2
28/11/2018 11:15:40	83,0	76,6	90,2	83,0	78,1	89,8	0,0	-1,5	0,4
28/11/2018 11:44:22	79,8	75,4	87,2	79,2	75,6	87,4	0,6	-0,2	-0,2
28/11/2018 11:50:04	81,9	76,5	88,2	82,1	76,3	88,4	-0,2	0,2	-0,2
28/11/2018 11:52:49	80,0	75,2	87,5	80,5	75,2	87,6	-0,5	0,0	-0,1
28/11/2018 11:59:54	83,1	77,9	89,9	83,6	77,8	90,1	-0,5	0,1	-0,2
28/11/2018 12:07:27	82,5	77,9	89,1	83,0	77,9	89,0	-0,5	0,0	0,1
28/11/2018 12:11:42	79,8	76,1	87,2	81,5	76,5	87,6	-1,7	-0,4	-0,4
28/11/2018 12:19:37	81,6	77,4	88,9	82,4	77,5	89,0	-0,8	-0,1	-0,1
28/11/2018 12:37:53	78,6	74,4	85,9	78,2	74,3	85,7	0,4	0,1	0,2
28/11/2018 12:42:44	86,4	79,2	92,0	84,5	79,7	92,2	1,9	-0,5	-0,2
28/11/2018 12:51:49	83,3	74,5	90,2	82,9	77,7	89,1	0,4	-3,2	1,1
28/11/2018 12:55:49	82,4	76,5	87,7	81,3	76,7	87,5	1,1	-0,2	0,2
28/11/2018 13:02:04	82,5	77,2	88,9	82,4	77,2	88,9	0,1	0,0	0,0
28/11/2018 13:14:08	85,5	79,2	91,5	84,3	79,1	91,4	1,2	0,1	0,1
28/11/2018 13:17:53	86,5	80,1	94,7	86,2	80,3	94,4	0,3	-0,2	0,3
28/11/2018 13:19:57	88,0	81,6	95,4	87,6	81,2	95,2	0,4	0,4	0,2
28/11/2018 13:26:41	86,5	79,7	91,4	85,2	79,7	91,5	1,3	0,0	-0,1
28/11/2018 13:37:45	80,5	76,4	87,8	80,8	76,8	88,3	-0,3	-0,4	-0,5
28/11/2018 13:52:47	85,0	78,7	91,0	84,2	78,2	90,7	0,8	0,5	0,3
28/11/2018 13:58:06	82,0	75,7	87,5	81,2	75,8	87,6	0,8	-0,1	-0,1
28/11/2018 14:03:56	82,9	77,2	88,6	82,3	77,2	88,7	0,6	0,0	-0,1
28/11/2018 14:18:48	80,4	76,2	87,7	81,1	76,7	88,2	-0,7	-0,5	-0,5

## Monitoraggio simultaneo presso P4

Tabella 30: confronto tra i dati rilevati dalla strumentazione ARPAE e la stazione di monitoraggio SARA- P4

Ora	DATI SARA			DATI ARPAE			SARA - ARPAE		
	Lmax	Leq	SEL	Lmax	Leq	SEL	Δlmax	Δleq	ΔSEL
03/12/2018 15:04:10	73,1	70,4	81,9	73,2	70,3	81,8	-0,1	0,1	0,1
03/12/2018 15:05:53	80,0	75,6	87,6	79,5	75,6	87,3	0,5	0,0	0,3
03/12/2018 15:10:46	71,5	69,0	80,8	70,6	68,7	80,4	0,9	0,3	0,4
03/12/2018 15:16:31	70,5	68,7	79,8	70,2	68,6	79,8	0,3	0,1	0,0
03/12/2018 15:23:32	73,8	71,2	83,0	73,4	71,5	82,9	0,4	-0,3	0,1
03/12/2018 15:28:37	74,6	70,2	81,0	73,7	70,2	81,0	0,9	0,0	0,0
03/12/2018 15:34:48	74,4	70,6	84,4	73,5	70,5	84,3	0,9	0,1	0,1
03/12/2018 15:45:38	81,4	77,7	89,7	81,7	77,8	89,6	-0,3	-0,1	0,1
03/12/2018 15:59:50	85,4	79,8	91,0	83,8	79,5	90,6	1,6	0,3	0,4
03/12/2018 16:05:19	80,8	76,5	88,3	81,0	76,7	88,2	-0,2	-0,2	0,1
03/12/2018 16:09:07	83,0	77,6	88,7	83,0	77,3	88,4	0,0	0,3	0,3
03/12/2018 16:21:43	81,8	77,6	88,7	83,0	77,8	89,2	-1,2	-0,2	-0,5
03/12/2018 16:30:36	86,4	81,7	94,5	86,6	81,7	94,5	-0,2	0,0	0,0
03/12/2018 17:00:02	85,3	80,2	93,0	85,4	80,2	92,8	-0,1	0,0	0,2
03/12/2018 17:21:37	83,5	78,4	91,0	84,0	78,4	91,0	-0,5	0,0	0,0
03/12/2018 17:23:44	83,5	79,1	91,1	84,1	79,5	91,2	-0,6	-0,4	-0,1
03/12/2018 17:26:50	83,3	77,8	89,5	82,0	77,4	89,2	1,3	0,4	0,3
03/12/2018 17:29:11	83,6	78,3	91,3	84,1	78,2	91,2	-0,5	0,1	0,1
03/12/2018 17:31:27	81,0	77,3	88,5	80,7	77,5	88,6	0,3	-0,2	-0,1
03/12/2018 17:33:52	83,4	79,1	90,5	83,9	79,0	90,4	-0,5	0,1	0,1
03/12/2018 17:36:22	74,0	70,8	83,8	73,6	70,7	83,7	0,4	0,1	0,1
03/12/2018 17:41:44	84,1	78,6	90,6	83,9	78,7	90,5	0,2	-0,1	0,1
03/12/2018 17:52:42	84,3	77,7	90,7	84,6	78,0	91,0	-0,3	-0,3	-0,3
03/12/2018 17:59:56	77,8	74,1	84,9	77,1	73,8	84,6	0,7	0,3	0,3
03/12/2018 18:20:29	82,3	79,1	90,9	82,6	78,8	90,9	-0,3	0,3	0,0
03/12/2018 18:27:13	84,5	80,0	92,3	85,0	80,0	92,3	-0,5	0,0	0,0
03/12/2018 18:50:37	74,6	71,3	82,5	74,2	71,7	82,1	0,4	-0,4	0,4
03/12/2018 18:53:40	70,4	68,5	78,9	70,5	68,9	78,9	-0,1	-0,4	0,0
03/12/2018 18:55:18	73,5	71,1	83,2	72,9	71,1	83,1	0,6	0,0	0,1
03/12/2018 19:01:41	69,5	67,6	79,6	69,8	68,0	78,8	-0,3	-0,4	0,8
03/12/2018 19:14:54	80,8	76,7	88,2	80,4	76,7	88,1	0,4	0,0	0,1
03/12/2018 19:20:37	82,4	78,1	90,4	82,2	78,2	90,2	0,2	-0,1	0,2
03/12/2018 19:40:20	73,8	70,8	82,3	73,4	70,9	82,0	0,4	-0,1	0,3
03/12/2018 19:41:59	78,6	73,9	86,7	77,6	73,4	86,0	1,0	0,5	0,7
03/12/2018 19:51:44	83,8	76,8	90,8	83,3	77,0	90,8	0,5	-0,2	0,0
03/12/2018 20:06:50	75,9	72,3	84,6	75,8	72,4	84,7	0,1	-0,1	-0,1
03/12/2018 20:08:50	77,1	73,2	85,2	76,9	73,2	85,3	0,2	0,0	-0,1
03/12/2018 20:25:53	70,5	68,9	78,5	70,5	68,9	78,5	0,0	0,0	0,0
03/12/2018 20:28:54	81,3	76,6	88,3	81,3	76,7	88,5	0,0	-0,1	-0,2
03/12/2018 20:36:35	82,0	76,6	89,2	81,8	76,4	89,0	0,2	0,2	0,2

03/12/2018 20:51:27	81,8	77,4	89,7	81,1	77,4	89,7	0,7	0,0	0,0
03/12/2018 21:01:20	77,0	74,6	85,4	76,2	74,5	85,3	0,8	0,1	0,1
03/12/2018 21:10:13	81,5	77,3	89,3	81,5	77,1	89,4	0,0	0,2	-0,1
03/12/2018 21:35:04	84,0	79,0	91,3	84,2	79,3	91,4	-0,2	-0,3	-0,1
03/12/2018 21:52:08	83,3	77,6	89,6	83,5	77,8	89,8	-0,2	-0,2	-0,2
03/12/2018 22:04:44	89,5	81,6	96,4	89,6	81,8	96,2	-0,1	-0,2	0,2
03/12/2018 22:12:43	86,1	80,2	93,2	86,0	79,8	93,0	0,1	0,4	0,2
03/12/2018 22:47:18	84,1	77,8	91,0	84,7	77,8	91,3	-0,6	0,0	-0,3
03/12/2018 22:55:22	83,5	77,7	90,9	83,5	77,6	90,9	0,0	0,1	0,0
03/12/2018 23:22:52	77,6	74,8	86,6	77,1	74,4	86,1	0,5	0,4	0,5
03/12/2018 23:52:13	82,5	75,4	88,6	82,3	75,7	88,7	0,2	-0,3	-0,1
04/12/2018 00:06:28	81,5	75,5	88,7	80,8	75,5	88,5	0,7	0,0	0,2
04/12/2018 05:52:41	87,5	81,1	92,6	87,5	82,0	92,8	0,0	-0,9	-0,2
04/12/2018 06:12:13	81,5	76,0	90,4	81,5	75,9	90,2	0,0	0,1	0,2
04/12/2018 06:29:03	78,8	73,3	87,4	77,7	73,0	87,2	1,1	0,3	0,2
04/12/2018 06:31:05	79,9	73,1	88,8	79,9	75,3	88,1	0,0	-2,2	0,7
04/12/2018 06:33:45	78,5	72,3	88,8	78,6	72,9	88,1	-0,1	-0,6	0,7
04/12/2018 06:35:40	78,1	71,9	85,7	77,5	71,7	85,5	0,6	0,2	0,2
04/12/2018 06:39:11	86,3	78,0	92,9	86,1	78,1	93,0	0,2	-0,1	-0,1
04/12/2018 06:42:49	77,4	72,7	85,7	76,6	73,1	85,2	0,8	-0,4	0,5
04/12/2018 06:44:49	76,0	70,7	83,0	75,2	71,5	82,6	0,8	-0,8	0,4
04/12/2018 06:48:11	85,4	78,6	92,8	86,0	78,7	92,8	-0,6	-0,1	0,0
04/12/2018 06:50:48	83,0	75,9	91,5	83,5	77,2	91,5	-0,5	-1,3	0,0
04/12/2018 06:53:49	84,8	76,2	90,7	82,3	75,9	90,4	2,5	0,3	0,3
04/12/2018 07:04:58	83,0	76,2	91,2	82,5	76,7	91,0	0,5	-0,5	0,2
04/12/2018 07:08:46	82,5	77,5	90,9	82,6	77,7	91,1	-0,1	-0,2	-0,2
04/12/2018 07:12:00	83,0	78,0	91,8	83,5	78,6	91,6	-0,5	-0,6	0,2
04/12/2018 07:23:24	80,5	75,0	87,8	80,1	74,9	87,6	0,4	0,1	0,2
04/12/2018 07:49:11	83,3	77,5	90,7	83,6	77,8	90,6	-0,3	-0,3	0,1
04/12/2018 07:57:54	82,3	75,4	91,9	82,5	76,3	91,8	-0,2	-0,9	0,1
04/12/2018 08:03:04	84,0	79,5	91,8	84,3	79,8	91,9	-0,3	-0,3	-0,1
04/12/2018 08:05:07	75,8	72,6	83,1	75,4	72,4	82,8	0,4	0,2	0,3
04/12/2018 08:07:25	84,3	78,2	92,5	84,0	78,1	92,4	0,3	0,1	0,1
04/12/2018 08:34:06	80,0	74,3	87,5	80,0	74,2	87,4	0,0	0,1	0,1
04/12/2018 08:46:24	84,1	76,5	91,0	84,6	76,4	90,9	-0,5	0,1	0,1
04/12/2018 09:06:21	74,4	71,7	84,5	75,5	72,0	84,3	-1,1	-0,3	0,2
04/12/2018 09:25:06	74,1	71,1	82,3	73,6	71,0	82,2	0,5	0,1	0,1
04/12/2018 09:44:58	81,8	76,5	88,6	80,9	76,5	88,3	0,9	0,0	0,3
04/12/2018 09:56:29	72,4	68,5	79,3	70,2	68,2	79,0	2,2	0,3	0,3
04/12/2018 10:01:06	77,0	73,8	84,9	81,0	74,5	85,6	-4,0	-0,7	-0,7
04/12/2018 10:10:39	83,5	78,7	92,9	81,5	78,3	92,3	2,0	0,4	0,6
04/12/2018 10:16:33	81,1	75,7	87,7	81,1	75,6	87,9	0,0	0,1	-0,2
04/12/2018 10:35:08	84,8	78,8	91,8	83,7	79,2	91,7	1,1	-0,4	0,1
04/12/2018 10:37:46	73,4	69,1	79,9	74,9	69,9	80,3	-1,5	-0,8	-0,4
04/12/2018 10:44:37	78,9	74,2	85,0	79,3	74,5	85,3	-0,4	-0,3	-0,3

04/12/2018 10:55:32	84,0	78,6	92,4	83,9	79,0	92,2	0,1	-0,4	0,2
04/12/2018 10:57:41	81,9	76,8	90,2	81,9	77,3	90,1	0,0	-0,5	0,1
04/12/2018 11:00:01	82,8	75,4	87,5	82,3	75,8	87,8	0,5	-0,4	-0,3
04/12/2018 11:02:20	77,5	73,3	85,9	76,6	73,2	85,7	0,9	0,1	0,2
04/12/2018 11:07:37	84,5	78,0	91,6	84,7	78,5	91,5	-0,2	-0,5	0,1
04/12/2018 11:28:03	80,5	75,5	88,1	80,2	76,6	88,7	0,3	-1,1	-0,6
04/12/2018 11:36:16	76,5	72,1	84,1	76,0	72,2	83,6	0,5	-0,1	0,5
04/12/2018 11:42:03	81,3	74,9	88,1	80,7	74,6	87,8	0,6	0,3	0,3
04/12/2018 11:52:13	79,3	75,4	84,9	78,7	75,3	84,9	0,6	0,1	0,0
04/12/2018 12:09:48	83,3	77,6	90,7	84,6	77,8	90,8	-1,3	-0,2	-0,1
04/12/2018 12:12:27	77,1	71,1	81,1	76,9	71,2	81,2	0,2	-0,1	-0,1
04/12/2018 12:14:58	83,4	78,0	91,0	83,7	78,1	91,1	-0,3	-0,1	-0,1
04/12/2018 12:29:36	79,8	75,8	87,6	79,4	75,8	87,6	0,4	0,0	0,0
04/12/2018 12:32:18	86,9	79,5	91,0	85,7	79,1	90,6	1,2	0,4	0,4
04/12/2018 12:44:56	75,0	71,0	81,4	74,7	71,2	80,8	0,3	-0,2	0,6
04/12/2018 12:48:46	76,0	71,5	84,3	75,8	71,6	84,2	0,2	-0,1	0,1
04/12/2018 12:50:48	83,4	78,9	90,4	84,5	78,7	90,4	-1,1	0,2	0,0
04/12/2018 13:05:12	80,5	75,1	87,2	81,9	76,0	87,5	-1,4	-0,9	-0,3
04/12/2018 13:10:08	82,3	77,8	90,1	82,1	77,7	90,1	0,2	0,1	0,0
04/12/2018 13:13:37	82,3	76,7	87,5	80,3	76,6	87,4	2,0	0,1	0,1
04/12/2018 13:18:19	82,5	77,9	90,9	82,2	77,8	90,8	0,3	0,1	0,1
04/12/2018 13:27:24	80,4	74,4	83,9	81,2	74,7	84,3	-0,8	-0,3	-0,4
04/12/2018 13:31:11	83,0	78,4	91,0	83,1	78,9	91,2	-0,1	-0,5	-0,2
04/12/2018 13:33:34	85,4	78,7	92,2	85,5	78,2	92,0	-0,1	0,5	0,2
04/12/2018 13:35:41	83,4	77,5	89,6	83,2	78,0	89,8	0,2	-0,5	-0,2
04/12/2018 13:41:42	80,8	77,6	89,4	80,6	78,1	89,5	0,2	-0,5	-0,1
04/12/2018 13:49:39	72,4	70,3	81,5	72,8	70,6	80,1	-0,4	-0,3	1,4
04/12/2018 13:52:10	76,3	72,4	82,8	76,1	72,3	82,5	0,2	0,1	0,3
04/12/2018 14:03:07	77,6	73,2	84,7	75,4	72,7	84,1	2,2	0,5	0,6
04/12/2018 14:05:25	79,1	73,9	86,2	79,3	73,7	86,0	-0,2	0,2	0,2
04/12/2018 14:11:13	83,0	78,2	90,7	83,9	78,2	90,7	-0,9	0,0	0,0
04/12/2018 14:14:02	80,0	76,5	87,3	80,4	76,7	87,1	-0,4	-0,2	0,2
04/12/2018 14:21:04	80,5	75,9	87,4	81,3	75,8	87,3	-0,8	0,1	0,1
04/12/2018 14:23:09	85,4	79,7	92,7	85,9	79,9	92,5	-0,5	-0,2	0,2
04/12/2018 14:35:10	83,4	78,3	92,2	83,0	78,2	92,1	0,4	0,1	0,1
04/12/2018 14:40:38	83,0	77,9	90,6	82,9	78,2	90,7	0,1	-0,3	-0,1
04/12/2018 14:42:38	82,0	76,6	88,6	81,6	76,8	88,6	0,4	-0,2	0,0
04/12/2018 14:44:48	81,5	77,7	90,4	83,4	77,7	90,7	-1,9	0,0	-0,3
04/12/2018 14:46:49	87,0	79,4	92,6	85,5	79,4	92,6	1,5	0,0	0,0
04/12/2018 14:51:05	80,0	74,3	86,3	78,5	74,4	86,4	1,5	-0,1	-0,1
04/12/2018 15:09:50	84,4	78,6	91,1	84,0	78,8	91,4	0,4	-0,2	-0,3
04/12/2018 15:11:54	82,8	76,9	89,5	82,2	76,6	89,2	0,6	0,3	0,3

## Monitoraggio simultaneo presso P5

Tabella 31: confronto tra i dati rilevati dalla strumentazione ARPAE e la stazione di monitoraggio SARA- P5

Ora	DATI SARA			DATI ARPAE			SARA - ARPAE		
	Lmax	Leq	SEL	Lmax	Leq	SEL	Δlmax	Δleq	ΔSEL
02/12/2018 06:27:17	72,1	69,9	79,9	71,6	69,9	79,9	0,5	0,0	0,0
02/12/2018 06:29:59	70,4	68,9	80,4	69,7	68,3	80,0	0,7	0,6	0,4
02/12/2018 06:33:35	77,0	72,7	84,5	75,5	71,8	83,6	1,5	0,9	0,9
02/12/2018 06:35:47	72,0	69,6	80,7	73,7	69,6	80,4	-1,7	0,0	0,3
02/12/2018 06:38:35	75,1	71,8	81,8	74,3	71,2	81,2	0,8	0,6	0,6
02/12/2018 06:56:59	71,1	68,4	78,4	68,8	67,4	77,0	2,3	1,0	1,4
02/12/2018 06:59:01	68,0	67,3	76,8	67,8	66,7	76,2	0,2	0,6	0,6
02/12/2018 08:54:16	75,1	71,3	87,0	78,0	73,0	88,3	-2,9	-1,7	-1,3
02/12/2018 09:13:21	79,0	73,9	89,2	80,7	75,6	90,9	-1,7	-1,7	-1,7
02/12/2018 09:27:24	69,1	67,8	79,5	69,8	68,0	79,5	-0,7	-0,2	0,0
02/12/2018 09:50:15	76,4	72,3	87,4	79,4	74,6	89,4	-3,0	-2,3	-2,0
02/12/2018 10:05:08	82,0	76,9	91,9	83,6	77,9	93,0	-1,6	-1,0	-1,1
02/12/2018 10:17:43	72,9	69,8	84,1	75,6	71,0	84,8	-2,7	-1,2	-0,7
02/12/2018 10:32:40	68,6	66,7	76,3	69,7	66,9	76,9	-1,1	-0,2	-0,6
02/12/2018 10:35:34	75,3	71,1	85,6	74,8	71,4	85,9	0,5	-0,3	-0,3
02/12/2018 10:37:36	72,9	69,6	85,3	74,9	71,2	86,6	-2,0	-1,6	-1,3
02/12/2018 10:43:14	74,3	70,4	84,6	76,5	71,4	85,4	-2,2	-1,0	-0,8
02/12/2018 11:17:05	76,6	72,1	86,7	76,1	72,6	87,2	0,5	-0,5	-0,5
02/12/2018 11:31:01	75,6	71,5	86,4	75,1	71,5	86,2	0,5	0,0	0,2
02/12/2018 11:32:54	76,5	72,3	87,3	79,2	73,4	88,7	-2,7	-1,1	-1,4
02/12/2018 11:35:00	82,4	76,2	91,2	84,3	78,0	93,1	-1,9	-1,8	-1,9
02/12/2018 11:56:13	77,3	71,8	87,1	77,8	73,1	88,1	-0,5	-1,3	-1,0
02/12/2018 12:04:57	74,5	70,4	84,9	76,4	72,2	86,7	-1,9	-1,8	-1,8
02/12/2018 12:13:19	74,3	71,6	85,8	75,9	72,3	86,3	-1,6	-0,7	-0,5
02/12/2018 12:48:27	75,3	71,0	85,3	78,4	72,5	87,1	-3,1	-1,5	-1,8
02/12/2018 12:53:23	71,5	67,9	81,7	71,5	68,1	81,3	0,0	-0,2	0,4
02/12/2018 13:11:35	74,4	70,4	84,4	76,0	72,0	85,0	-1,6	-1,6	-0,6
02/12/2018 13:17:39	74,5	71,0	85,5	75,2	71,6	85,9	-0,7	-0,6	-0,4
02/12/2018 13:35:04	73,5	70,4	83,6	73,4	70,3	84,1	0,1	0,1	-0,5
02/12/2018 13:40:11	73,6	69,3	84,6	76,2	71,7	85,9	-2,6	-2,4	-1,3
02/12/2018 13:44:37	77,4	73,5	89,0	79,9	75,5	90,5	-2,5	-2,0	-1,5
02/12/2018 13:54:28	76,9	71,6	86,7	77,7	72,1	87,3	-0,8	-0,5	-0,6
02/12/2018 14:00:35	76,0	70,0	84,1	75,5	70,5	84,3	0,5	-0,5	-0,2
02/12/2018 14:47:57	75,3	70,8	85,5	75,5	71,5	85,6	-0,2	-0,7	-0,1
02/12/2018 14:52:44	76,4	71,5	86,0	77,4	72,1	86,4	-1,0	-0,6	-0,4
02/12/2018 14:58:20	71,5	68,7	80,5	74,2	69,4	81,7	-2,7	-0,7	-1,2
02/12/2018 15:05:11	73,4	70,1	84,3	73,5	70,4	84,4	-0,1	-0,3	-0,1
02/12/2018 15:08:39	75,8	71,7	86,6	77,5	72,9	87,9	-1,7	-1,2	-1,3
02/12/2018 15:19:34	75,9	72,6	86,7	78,1	73,2	87,0	-2,2	-0,6	-0,3
02/12/2018 15:27:27	73,8	71,2	85,0	77,8	73,3	87,6	-4,0	-2,1	-2,6

02/12/2018 15:29:10	74,0	70,4	83,4	75,1	70,2	83,6	-1,1	0,2	-0,2
02/12/2018 16:18:12	74,5	71,4	87,6	74,6	72,2	88,4	-0,1	-0,8	-0,8
02/12/2018 16:20:09	75,4	72,8	87,7	76,0	73,5	88,4	-0,6	-0,7	-0,7
02/12/2018 16:43:24	74,1	71,4	85,7	75,1	71,9	86,2	-1,0	-0,5	-0,5
02/12/2018 17:03:35	80,0	75,9	91,3	82,1	77,2	92,6	-2,1	-1,3	-1,3
02/12/2018 17:05:53	77,5	73,2	88,9	79,9	74,6	90,3	-2,4	-1,4	-1,4
02/12/2018 17:08:40	75,3	72,5	87,6	76,6	73,5	88,7	-1,3	-1,0	-1,1
02/12/2018 17:19:26	71,8	69,3	84,6	72,4	70,1	85,8	-0,6	-0,8	-1,2
02/12/2018 17:26:14	78,5	72,6	88,2	79,8	74,4	89,9	-1,3	-1,8	-1,7
02/12/2018 17:42:12	75,0	71,3	86,3	74,7	71,9	86,6	0,3	-0,6	-0,3
02/12/2018 17:47:46	73,8	70,8	85,7	74,6	71,1	86,2	-0,8	-0,3	-0,5
02/12/2018 17:49:55	72,5	70,6	85,6	73,8	71,3	86,2	-1,3	-0,7	-0,6
02/12/2018 17:52:13	73,8	70,8	87,1	75,6	72,1	88,0	-1,8	-1,3	-0,9
02/12/2018 17:58:36	69,5	67,8	77,8	67,8	66,5	76,5	1,7	1,3	1,3
02/12/2018 18:19:18	71,5	69,0	83,2	71,9	69,6	83,7	-0,4	-0,6	-0,5
02/12/2018 18:21:37	77,3	73,1	88,1	79,1	74,9	89,7	-1,8	-1,8	-1,6
02/12/2018 18:34:43	74,5	70,8	85,2	74,3	71,4	85,7	0,2	-0,6	-0,5
02/12/2018 18:44:23	75,0	70,5	85,8	75,1	71,2	86,4	-0,1	-0,7	-0,6
02/12/2018 19:11:23	70,1	67,8	79,6	69,2	67,8	79,6	0,9	0,0	0,0
02/12/2018 19:17:15	76,1	72,9	87,6	77,2	73,1	88,7	-1,1	-0,2	-1,1
02/12/2018 19:19:15	75,5	71,0	86,6	76,5	72,7	88,0	-1,0	-1,7	-1,4
02/12/2018 19:22:42	72,6	69,6	84,5	72,6	70,4	85,2	0,0	-0,8	-0,7
02/12/2018 19:33:25	85,0	78,5	93,2	86,2	79,4	94,3	-1,2	-0,9	-1,1
02/12/2018 19:35:03	74,3	71,1	84,1	75,2	71,3	85,1	-0,9	-0,2	-1,0
02/12/2018 20:07:11	73,5	70,4	84,2	73,6	71,1	84,7	-0,1	-0,7	-0,5
02/12/2018 20:09:23	75,5	71,3	85,8	74,9	71,7	86,3	0,6	-0,4	-0,5
02/12/2018 20:11:36	69,4	66,9	80,3	70,2	67,9	80,0	-0,8	-1,0	0,3
02/12/2018 20:29:01	73,6	70,5	84,8	74,2	70,9	85,3	-0,6	-0,4	-0,5
02/12/2018 20:45:32	72,4	69,4	84,5	74,5	70,4	85,0	-2,1	-1,0	-0,5
02/12/2018 20:47:58	75,5	72,0	86,3	77,9	73,9	88,4	-2,4	-1,9	-2,1
02/12/2018 21:38:22	71,9	68,9	82,1	72,0	69,2	82,2	-0,1	-0,3	-0,1
02/12/2018 21:55:06	72,5	69,4	84,2	71,7	69,9	85,1	0,8	-0,5	-0,9
02/12/2018 22:13:06	72,5	70,3	85,2	75,3	71,7	86,8	-2,8	-1,4	-1,6

## Monitoraggio simultaneo presso P6

Tabella 32: confronto tra i dati rilevati dalla strumentazione ARPAE e la stazione di monitoraggio SARA- P6

Ora	DATI SARA			DATI ARPAE			SARA - ARPAE		
	Lmax	Leq	SEL	Lmax	Leq	SEL	Δlmax	Δleq	ΔSEL
29/11/2018 13:07:10	81,4	75,4	89,4	80,0	75,3	89,1	1,4	0,1	0,3
29/11/2018 13:13:30	84,9	78,0	92,3	84,5	78,9	92,3	0,4	-0,9	0,0
29/11/2018 13:16:47	78,5	74,0	87,8	77,9	73,7	87,5	0,6	0,3	0,3
29/11/2018 13:22:37	85,5	78,7	93,1	84,7	79,3	93,1	0,8	-0,6	0,0
29/11/2018 13:43:21	80,5	75,8	89,1	82,1	75,8	89,0	-1,6	0,0	0,1
29/11/2018 13:45:47	76,6	72,6	84,3	75,2	71,1	83,2	1,4	1,5	1,1
29/11/2018 13:53:32	85,6	79,9	94,0	86,0	80,3	93,9	-0,4	-0,4	0,1
29/11/2018 13:55:55	86,9	80,4	94,7	85,8	80,3	93,9	1,1	0,1	0,8
29/11/2018 13:58:13	85,1	79,2	93,5	83,6	78,8	92,6	1,5	0,4	0,9
29/11/2018 14:06:41	86,5	79,2	93,2	85,4	80,2	93,2	1,1	-1,0	0,0
29/11/2018 14:12:30	72,5	69,5	81,8	69,7	68,1	77,7	2,8	1,4	4,1
29/11/2018 14:27:37	81,4	76,4	90,4	80,8	76,7	90,7	0,6	-0,3	-0,3
29/11/2018 14:30:07	86,4	79,5	93,5	85,4	79,3	93,1	1,0	0,2	0,4
29/11/2018 14:44:52	79,6	73,9	87,7	79,3	74,7	88,3	0,3	-0,8	-0,6
29/11/2018 14:48:11	88,3	81,4	95,6	87,9	82,1	95,7	0,4	-0,7	-0,1
29/11/2018 14:56:58	76,3	72,5	87,0	75,3	73,2	86,6	1,0	-0,7	0,4
29/11/2018 15:11:57	86,0	78,9	94,1	85,3	79,3	93,8	0,7	-0,4	0,3
29/11/2018 15:23:43	73,8	70,3	83,3	74,7	69,8	82,9	-0,9	0,5	0,4
29/11/2018 15:25:24	84,5	78,5	92,7	84,1	79,0	92,8	0,4	-0,5	-0,1
29/11/2018 15:50:32	80,6	74,2	88,8	79,0	75,1	88,7	1,6	-0,9	0,1
29/11/2018 15:54:43	87,5	81,1	95,2	85,9	81,0	95,0	1,6	0,1	0,2
29/11/2018 16:03:36	78,0	73,6	87,8	77,7	74,2	87,7	0,3	-0,6	0,1
29/11/2018 16:19:27	82,9	78,1	92,3	82,4	77,9	92,4	0,5	0,2	-0,1
29/11/2018 16:21:08	84,5	78,7	92,9	83,8	78,9	92,9	0,7	-0,2	0,0
29/11/2018 17:12:35	81,9	75,8	91,7	80,6	77,2	91,5	1,3	-1,4	0,2
29/11/2018 17:18:53	85,9	79,5	93,8	84,3	79,6	93,6	1,6	-0,1	0,2
29/11/2018 17:22:13	85,5	80,6	94,8	84,9	80,2	94,6	0,6	0,4	0,2
29/11/2018 17:29:13	82,0	76,6	91,2	81,6	77,1	91,1	0,4	-0,5	0,1
29/11/2018 17:31:38	82,3	76,2	90,3	81,4	76,5	90,1	0,9	-0,3	0,2
29/11/2018 17:57:44	78,0	72,7	86,5	77,2	73,5	86,3	0,8	-0,8	0,2
29/11/2018 18:10:04	82,0	77,1	91,2	81,3	76,6	91,1	0,7	0,5	0,1
29/11/2018 18:32:17	81,6	76,5	91,3	80,6	77,2	91,3	1,0	-0,7	0,0
29/11/2018 18:42:45	79,8	74,7	89,8	79,8	76,4	90,0	0,0	-1,7	-0,2
29/11/2018 18:47:33	86,5	79,8	94,3	85,2	80,0	94,3	1,3	-0,2	0,0
29/11/2018 18:55:23	82,6	77,1	91,8	81,4	77,6	91,7	1,2	-0,5	0,1
29/11/2018 19:04:14	79,1	74,4	88,7	78,7	74,8	88,6	0,4	-0,4	0,1
29/11/2018 19:13:35	79,8	75,3	89,8	80,0	75,9	89,9	-0,2	-0,6	-0,1
29/11/2018 19:15:37	80,1	75,4	89,5	80,6	75,6	89,2	-0,5	-0,2	0,3
29/11/2018 19:38:25	82,9	77,6	91,6	82,5	77,7	91,7	0,4	-0,1	-0,1
29/11/2018 19:42:27	85,0	78,8	93,1	84,3	79,5	93,3	0,7	-0,7	-0,2

29/11/2018 19:47:49	72,0	68,4	82,4	70,9	68,7	79,8	1,1	-0,3	2,6
29/11/2018 20:12:11	77,9	73,7	86,5	76,8	73,7	86,5	1,1	0,0	0,0
29/11/2018 20:15:05	87,5	81,2	95,0	86,9	81,2	95,0	0,6	0,0	0,0
29/11/2018 20:30:44	86,9	80,5	94,5	85,8	80,8	94,4	1,1	-0,3	0,1
29/11/2018 20:33:06	85,0	79,4	93,6	84,1	79,6	93,4	0,9	-0,2	0,2
29/11/2018 22:09:09	87,8	81,4	95,7	87,1	81,2	95,4	0,7	0,2	0,3
29/11/2018 22:16:23	86,6	79,4	94,1	85,1	79,3	94,0	1,5	0,1	0,1
29/11/2018 22:24:23	87,3	80,2	94,9	84,8	79,4	93,7	2,5	0,8	1,2
30/11/2018 07:23:07	80,9	75,3	89,3	79,8	75,8	89,2	1,1	-0,5	0,1
30/11/2018 07:25:40	90,9	82,4	97,7	90,0	83,8	97,4	0,9	-1,4	0,3
30/11/2018 07:57:59	79,4	75,1	89,6	79,3	75,6	89,4	0,1	-0,5	0,2
30/11/2018 07:59:36	83,1	75,8	91,7	83,0	78,1	91,6	0,1	-2,3	0,1
30/11/2018 09:31:07	84,3	78,8	92,6	84,3	78,4	92,2	0,0	0,4	0,4
30/11/2018 09:56:38	87,1	80,1	94,7	86,4	80,7	94,5	0,7	-0,6	0,2
30/11/2018 10:04:28	82,3	76,1	89,9	80,9	76,0	89,0	1,4	0,1	0,9
30/11/2018 10:13:39	84,8	79,5	93,5	85,1	79,2	93,2	-0,3	0,3	0,3
30/11/2018 10:16:33	70,0	66,8	76,8						
30/11/2018 10:40:20	89,9	82,1	96,3	88,6	82,0	95,4	1,3	0,1	0,9
30/11/2018 10:43:10	87,4	81,9	95,3	87,5	81,8	95,1	-0,1	0,1	0,2
30/11/2018 10:51:42	84,5	77,2	92,1	83,6	78,4	91,5	0,9	-1,2	0,6
30/11/2018 11:08:40	82,0	76,1	89,3	81,1	77,0	89,3	0,9	-0,9	0,0
30/11/2018 11:29:27	85,5	79,5	94,2	85,0	79,5	93,8	0,5	0,0	0,4
30/11/2018 11:32:37	85,5	79,4	94,0	85,0	79,7	93,7	0,5	-0,3	0,3
30/11/2018 12:01:49	85,9	78,4	93,2	83,4	78,8	92,7	2,5	-0,4	0,5
30/11/2018 12:03:55	83,5	78,3	92,5	82,9	78,4	92,2	0,6	-0,1	0,3
30/11/2018 12:44:18	81,4	76,0	90,1	81,2	76,5	90,1	0,2	-0,5	0,0
30/11/2018 12:58:24	71,1	68,8	81,6	69,9	67,8	79,3	1,2	1,0	2,3
30/11/2018 13:13:21	87,6	81,5	95,8	88,1	82,2	95,8	-0,5	-0,7	0,0
30/11/2018 13:16:35	85,3	78,7	93,1	85,4	79,2	92,7	-0,1	-0,5	0,4

## 8.1 Monitoraggio simultaneo presso P6 con osservazione in campo

Ulteriore validazione messa in atto è consistita nell'osservazione in campo degli eventi sonori di origine aeronautica prodotti dai transiti degli aerei sulla postazione in esame. Si è pertanto valutata nella post elaborazione la risposta del sistema sia in termini di pressione sonora sia per quanto riguarda la correlazione con le tracce radar.

Il punto di rilievo scelto per la presente verifica è affiancato alla torre faro del centro sportivo Pizzoli corrispondente alla postazione P6 che si trova a circa 2,5 km dalla BOA VOR.

Nel periodo in cui è stata fatta la verifica, la presenza di un gran numero di cicale che stazionano sulle importanti alberature poste a sud di via Agucchi innalzano il rumore di fondo della zona, in effetti presso la postazione di misura durante i periodi monitorati il rumore di fondo è risultato essere di circa 63 dB(A).

La capsula microfonica ARPAE è stata posta in affiancamento a quella del sistema SARA, salvo la quota dal piano di campagna: il microfono SARA è infatti posto ad un'altezza di poco superiore a 20 metri mentre il microfono di ARPAE è stato posto alla massima altezza disponibile pari a circa 9 metri.

Durante il ciclo di misura il tempo è stato caratterizzato da condizioni meteorologiche buone, con assenza di precipitazioni e vento mediamente inferiore a 5 m/s.

La verifica è avvenuta in modalità assistita, un operatore ha presidiato in continuo la catena fonometrica e osservato i transiti degli aeromobili. L'aereo avvistato in transito è stato identificato in tempo reale con l'applicazione flighradar24. Tale applicazione raccoglie i dati direttamente dai transponder degli aeromobili essendo così possibile individuare il numero del volo e il modello di aereo. Solo alcuni aeromobili più piccoli non hanno transponder i cui dati non vengono raccolti dall'applicazione.

Le misure sono state eseguite per un totale di circa 8 ore, il 5 e il 12 luglio 2018, impiegando strumentazione di classe 1, così come prescritto dal DM 16/3/1998, decreto attuativo della LQ n. 447 del 26/10/1995, in regolare corso di taratura biennale; l'elenco completo della strumentazione è la seguente :

Fonometro 01dB SOLO n. 65154, capsula microfonica B&K tipo 4189 matricola 12385442 e preamplificatore 01dB PRE21S n. 15575.

Calibratore B&K 4231 n° di serie 2388240.

Cavo di collegamento lungo 10 metri

Fonometro su treppiede h. 1,5 e capsula microfonica su treppiedi h 9 m.

Software di post-elaborazione: dBTrait32 v. 4.021

La catena di misura è stata calibrata prima e dopo il ciclo di misura, ottenendo una differenza pari a 0,1 dB. Le unità microfoniche sono state accessoriate con protezione per esterni adeguata a garantire protezione per almeno una settimana. La strumentazione è stata impostata per acquisire livelli di pressione sonora con costante di tempo *Fast* e restituire uno "short Leq" ponderato con curva "A" ogni secondo.

In fase di post elaborazione sono stati estratti dalla storia temporale acquisita gli eventi corrispondenti ai transiti di aeromobili impostando una soglia per il livello pari a 70 dB(A) per una durata non inferiore a 10 s.

Di seguito si riporta il confronto tra i livelli sonori registrati da SARA e dalla strumentazione ARPAE (tab. 33) e la media dei SEL degli eventi (tab. 34) registrata in simultanea dai 2 sistemi in acquisizione.

Tabella 33: Confronto livelli ARPAE e AdB mediante misure con osservazione degli eventi

Ora ADB 05/07/18	Ora Arpae 05/07/2018	Durata ADB	Durata Arpae	OSSERVAZIONI SUL CAMPO		LMax ADB	Lmax Arpae	Leq ADB	Leq Arpae	Sel ADB	SEL Arpae
11:20:43	11:20:53	44	10.00	11.20	A	82.6	83.2	73.2	78.8	89.6	88.8
11:37:22	11:37:41	47	12.00	11.37	A	82.8	84.2	73.4	79.3	90.1	90.1
12:03:09	12:03:25	51	11.00	12.03	A	84.5	84.8	74.5	80.6	91.5	91.0
12:32:21	12:32:41	46	13.00	12.32	A	84.5	84.7	74.9	79.9	91.5	91.1
12:35:03	12:35:22	46	13.00	12.35	A	87.5	87.2	77.1	82.2	93.8	93.3
12:37:51	12:37:58	25	12.00	12.37	A	86.4	86.3	78.2	81.2	92.2	92.0
12:46:03	12:46:15	51	13.00	12.46	A	86.0	85.9	75.7	81.1	92.8	92.3
12:55:06	12:55:23	49	11.00	12.55	A	85.9	86.0	74.9	80.9	91.8	91.3
12:59:08	12:59:16	23	11.00	12.59	A	88.0	86.3	77.7	80.4	91.3	90.8
13:18:56	13:19:10	36	15.00	13.19	D	84.6	83.6	76.7	80.0	92.2	91.8
13:23:28	13:23:54	51	16.00	13.24	D	79.3	78.6	72.0	76.0	89.1	88.0
13:36:47	13:37:04	51	15.00	13.36	D	88.4	88.1	78.6	83.2	95.7	95.0
13:42:04	13:42:28	54	14.00	13.42	D	81.6	79.8	72.3	76.7	89.6	88.2
13:55:49	13:56:03	51	15.00	13.55	D	90.4	90.3	80.2	85.3	97.3	97.1
13:57:36	13:58:10	59	17.00	13.58	D	86.0	85.9	76.4	81.3	94.1	93.6
13:59:59	14:00:17	44	21.00	14.00	D	81.5	81.3	74.5	77.2	90.9	90.4
14:06:40	14:07:02	90	17.00	14.07	D	86.1	85.2	74.9	81.4	94.4	93.7
	14:20:56		12.00	14.21	VIRA PRESTO		75.7		73.7		84.5
14:33:01	14:33:21	61	22.00	14.33	D	88.5	87.5	78.6	82.4	96.4	95.8
14:35:26	14:35:31	23	16.00	14.35	D	79.6	80.0	75.6	76.9	89.3	89.0
15:04:50	15:05:27	50	11.00	15.05	A	84.5	84.6	74.2	80.5	91.2	90.9
15:07:55	15:08:06	39	13.00	15.08	A	84.6	84.6	75.3	79.8	91.3	90.9
15:13:57	15:14:21	65	13.00	15.14	A	88.5	87.8	76.1	82.6	94.3	93.7
Ora ADB 12/07/18	Ora Arpae 12/07/2018	Durata ADB	Durata Arpae	OSSERVAZIONI SUL CAMPO		LMax ADB	Lmax Arpae	Leq ADB	Leq Arpae	Sel ADB	SEL Arpae
08:45:04	08:45:08	11	11	08.45	D	78.0	78.4	75.0	75.0	85.4	85.4
09:12:43	09:12:48	28	24	09.12	D	81.6	81.2	76.3	77.2	90.7	91.0
09:19:20	09:19:24	17	16	09.19	SORVOLO	79.8	80.8	76.3	76.4	88.6	88.4
09:22:38	09:22:40	20	22	09.22	D	85.9	85.5	80.7	80.7	93.7	94.2
09:25:04	09:25:08	19	17	09.25	D	83.8	82.3	78.2	79.1	91.0	91.4
09:29:19	09:29:23	17	14	09.29	D	76.1	76.2	73.6	73.9	85.9	85.4
09:50:09	09:50:12	18	18	09.50	D	84.5	83.4	79.1	79.6	91.6	92.1
10:00:08	10:00:12	16	16	10.00	D	83.0	83.6	77.9	78.1	89.9	90.1
10:25:06	10:25:12	22	17	10.25	D	83.3	82.1	77.8	78.8	91.3	91.1
10:34:19	10:34:25	22	19	10.34	D	86.0	85.9	80.4	81.8	93.9	94.6
10:45:33	10:45:38	22	21	10.45	D	87.5	87.0	81.3	81.7	94.8	95.0
10:51:24	10:51:29	15	15	10.51	D	83.6	85.4	78.7	79.1	90.4	90.8
11:03:37	11:03:45	26	18	11.03	D	83.3	84.3	78.3	80.0	92.4	92.5
11:23:03	11:23:11	23	19	11.23	D	89.3	86.5	80.5	81.4	94.2	94.2
11:27:19	11:27:24	28	26	11.27	D	84.8	85.4	78.9	79.8	93.4	93.9
11:34:15	11:34:25	36	22	11.34	D	82.1	82.4	75.5	77.7	91.0	91.1
11:40:38	11:40:45	30	23	11.40	D	83.8	83.4	76.9	78.3	91.7	91.9
11:44:29	11:44:41	32	20	11.44	D	87.0	86.6	79.4	81.6	94.5	94.6
11:57:57	11:58:09	30	21	11.57	D	85.5	85.3	79.3	80.7	94.0	94.0
12:13:56	12:14:01	23	23	12.14	D	82.4	82.7	78.0	77.9	91.6	91.5
12:20:05	12:20:12	20	19	12.20	D	77.0	77.0	73.6	73.8	86.6	86.6
12:26:03	12:26:11	26	22	12.26	D	88.4	86.7	81.3	81.5	95.4	95.0

Gli eventi così selezionati sono stati messi a confronto con i dati SARA in riferimento ai livelli massimi e dei SEL. Dai SEL degli eventi è stato poi ricavato il dato LVA riferito naturalmente alle sole quattro ore di monitoraggio.

In data 5 luglio 2018 nelle 4 ore di monitoraggio si avvistato un aereo di piccole dimensioni che ha virato molto presto e pertanto non ha prodotto un evento sonoro superiore alle soglie di tempo e valori impostati sulla postazione SARA P6, mentre in data 12 luglio 2018 è stato sottratto dai dati in tabella un sorvolo osservato sul campo non correlabile con l'attività dell'aeroporto G.Marconi.

Tali eventi, comunque caratterizzati da un basso contenuto energetico non sono stati conteggiati nei calcoli globali.

Tabella 34: confronto tra la media dei SEL degli eventi SARA ed ARPAE

Media SEL eventi	SARA dB(A)	Arpae dB(A)	Diff.
05/07/18	64,9	64,4	0,5
12/07/18	64,3	64,4	0,1

Le differenze di LVA riscontrate fra i rilievi ARPA e i dati SARA sono riconducibili, oltre che alla diversa risposta dei sistemi di acquisizione, alle diverse posizioni dei microfoni, fermo restando che l'LVA è stato costruito sugli stessi eventi acustici .

Fatto salvo quanto sopra esposto, dall'esame dei dati riportati nelle precedenti tabelle si rileva un buon accordo fra i valori riscontrati dai due sistemi di monitoraggio con un leggero e quasi sistematico scarto a favore della catena fonometrica SARA. Le differenze rilevate sono giudicabili entro normali margini di tolleranza (a solo titolo di esempio si consideri che gli errori della catena fonometrica di classe 1 devono essere inferiori a 0.7 dB). Si osserva inoltre che tutti gli aerei provenienti o diretti all'aeroporto sono stati correttamente acquisiti e correlati da SARA. Solo un piccolo aeromobile del 5 luglio alle ore 14,21 osservato in decollo non è stato in grado di innescare l'acquisizione dell'evento sonoro in quanto lo stesso non ha soddisfatto le impostazioni di trigger della stazione P6 (65 dBA per più di 9 secondi). In ragione di quanto accertato si ritiene che i dati utili a comporre il parametro di legge siano restituiti in modo adeguato e rappresentativo dei livelli sonori generati dagli aeromobili.

La verifica ha evidenziato un sostanziale allineamento dei valori misurati da entrambe le catene fonometriche.

## 9. Violazione delle procedure antirumore

Presso l'aeroporto di Bologna è in vigore una procedura antirumore che prevede un profilo di decollo dalla pista 12 riassumibile nella seguente ICP:

- L'aereo in decollo ha un allineamento del tratto iniziale di 101° RDL che comporta un disallineamento verso Nord, di 15° rispetto l'ideale prolungamento della pista;
- Punto di virata verso Nord al raggiungimento della quota di 800 piedi o minore
- Rateo di salita dell'8% su tutte le SID

Non vi sono pertanto procedure antirumore riferite a valori di riferimento acustici legati ad un singolo sorvolo in determinate posizioni. In ragione di ciò ARPAE non è in grado di verificare le tipologie ed entità delle infrazioni, non essendo queste legate a superamenti di livelli sonori.

La violazione delle procedure antirumore viene effettuata da ENAC su segnalazione dell'ente gestore.

## 10. Conclusioni

Dalle verifiche eseguite, si riscontra una buona concordanza dei campioni acquisiti da ARPAE e dal sistema di monitoraggio SARA, fa eccezione la stazione P5 dove l'allineamento dei dati è tuttavia sufficiente. Il sistema riesce a correlare una buona percentuale di operazioni aeree, anche se talvolta sfuggono piccoli aeromobili appartenenti alla categoria dell'aviazione generale, pertanto non in grado di incidere significativamente sull'indice LVA. Nel complesso il sistema è in grado di restituire in modo adeguato tutti i dati utili a fornire correttamente il parametro di legge che per l'anno 2018 è conforme ai limiti della normativa.

## 11. Condizioni di potenziali criticità e suggerimenti migliorativi

A seguito dell'entrata in vigore della variante alla procedura di salita iniziale da pista 12 (ICP D12) che oltre a prevedere un rateo di salita iniziale maggiore (dal 5 all'7%) prevede un disallineamento di 15° verso nord, rispetto all'asse della pista, è venuta meno, per la postazione P6 (centro sportivo Pizzoli), una condizione di cui all'art. 5 del d.M. 20 maggio 1999, che prevede un'ubicazione delle stazioni in posizioni le più prossime alla proiezione al suolo delle rotte di avvicinamento e allontanamento dall'aeroporto; nella fattispecie non è più verificata la posizione per l'allontanamento ovvero i decolli in pista 12. Si ritiene pertanto necessario indagare la possibilità di trovare una posizione più a nord che sia maggiormente conforme alle indicazioni del citato decreto, sulla quale spostare la P6 o implementare una ulteriore postazione fonometrica.

Fermo restando quanto riportato in tabella 19 che conferma un delta molto ridotto tra l'indice LVA correlato e l'indice LVA calcolato su tutti gli eventi, sempre in relazione alla centralina P6, si verificano molti falsi positivi, finanche sopra il 35%, soprattutto nel periodo estivo, quando le grandi alberature prossime alla stessa centralina si popolano di cicale che innalzano il rumore di fondo a 68-70 dB(A), facendo venir meno la condizione che vorrebbe una differenza di almeno 20 dB(A) tra i livelli massimi prodotti dagli eventi aeronautici ed il rumore di fondo.

Un altro aspetto che è opportuno approfondire è la mancata correlazione di alcuni eventi acustici di origine certamente aeronautica della centralina P4, eventi acustici che vengono correttamente correlati dalle postazioni P1 e P6.

La scrivente Agenzia nel corso del primo semestre 2019 provvederà infine a fare un monitoraggio contemporaneo con osservazione sul campo, affiancando i microfoni della postazione P5 con propria strumentazione per approfondire lo scostamento rilevato nel corso delle misure effettuate il 2 dicembre.